

**ESTIMASI STOK KARBON DI ATAS PERMUKAAN TANAH  
MENGUNAKAN CITRA SENTINEL-2A DENGAN METODE  
NDVI PADA KECAMATAN PALARAN DAN KECAMATAN  
SAMBUTAN KOTA SAMARINDA**

Oleh:

**Dewi Nurjannah**  
**NIM. F201500324**



**PROGRAM DIPLOMA 3  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI GEOMATIKA  
JURUSAN TEKNIK DAN INFORMATIKA  
POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI SAMARINDA  
S A M A R I N D A  
2023**

**ESTIMASI STOK KARBON DI ATAS PERMUKAAN TANAH  
MENGUNAKAN CITRA SENTINEL-2A DENGAN METODE  
NDVI PADA KECAMATAN PALARAN DAN KECAMATAN  
SAMBUTAN KOTA SAMARINDA**

Oleh:

**Dewi Nurjannah**  
**NIM. F201500324**



Tugas Akhir Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Ahli Madya pada Program Diploma III  
Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

**PROGRAM DIPLOMA 3  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI GEOMATIKA  
JURUSAN TEKNIK DAN INFORMATIKA  
POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI SAMARINDA  
S A M A R I N D A  
2023**

@ Hak cipta milik Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, tahun 2022

*Hak cipta dilindungi undang-undang*

- i. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumber*
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah*
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar bagi Politeknik Pertanian Negeri Samarinda*
- ii. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis dalam bentuk apapun tanpa seijin Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.*

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : DEWI NURJANNAH  
NIM : F201500324  
Perguruan Tinggi : Politeknik Pertanian Negeri Samarinda  
Jurusan : Teknik dan Informatika  
Program Studi : Teknologi Geomatika  
Alamat Rumah : Sangrandanan, Kecamatan Gandangbatu Sillanan,  
Kabupaten Tana Toraja,

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir yang telah saya buat dengan judul : ESTIMASI STOK KARBON DI ATAS PERMUKAAN TANAH MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2A DENGAN METODE NDVI PADA KECAMATAN PALARAN DAN KECAMATAN SAMBUTAN KOTA SAMARINDA adalah asli dan bukan plagiat (Jiplakan) dan belum pernah diajukan, diterbitkan atau dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan telah dicantumkan ke dalam Daftar Pustaka di bagian akhir karya ilmiah ini.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa adanya paksaan dari pihak manapun juga. Apabila dikemudian hari ternyata saya memberikan keterangan palsu dan atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa tugas akhir yang telah saya buat adalah hasil dari karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia diproses baik secara pidana atau perdata dan kelulusan saya dari Politeknik Pertanian Negeri Samarinda dicabut/dibatalkan.

Dibuat di : Samarinda

Pada tanggal :

Yang menyatakan,



**DEWI NURJANNAH**

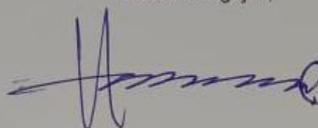
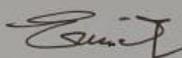
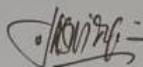
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : ESTIMASI STOK KARBON DI ATAS PERMUKAAN  
TANAH MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2A DENGAN  
METODE NDVI PADA KECAMATAN PALARAN DAN  
KECAMATAN SAMBUTAN KOTA SAMARINDA  
Nama : DEWI NURJANNAH  
NIM : F201500324  
Program Studi : Teknologi Geomatika  
Jurusan : Teknik dan Informatika

Dosen Pembimbing,

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,



Dyah Widvasasi, S.Hut., MP  
NIP. 19710103 199703 2 001

Dr. Erna Rositah, S.Hut., MP  
NIP. 19731128 199903 2 001

Ir. Hasanudin., MP  
NIP. 19630805 198903 1 005

Menyetujui,

Mengesahkan,

Koordinator Program Studi  
Teknologi Geomatika

Ketua Jurusan  
Teknik dan Informatika



A. Arifin Itsnani SM., S.Si., M.T  
NIP. 19920104 201903 1 016



Dr. Suswanto, S.Pd., M.Pd  
NIP. 19680525 199512 1 001

Lulus Ujian Pada Tanggal : **20 JUL 2023**

## ABSTRAK

**DEWI NURJANNAH.** Estimasi Stok Karbon Di Atas Permukaan Tanah Menggunakan Citra Sentinel-2a Dengan Metode NDVI Pada Kecamatan Palaran Dan Kecamatan Sambutan Kota Samarinda (Di bawah bimbingan DYAH WIDYASASI).

Meningkatnya kandungan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) serta berkurangnya luas hutan sebagai penyerap CO<sub>2</sub> di atmosfer merupakan penyebab pemanasan global. Penyebab utama terjadinya pemanasan global adalah gas rumah kaca, terutama sisa pembakaran yang mengudara. Salah satu solusi untuk menurunkan kandungan CO<sub>2</sub> di atmosfer adalah melalui pembangunan atau perbaikan vegetasi hutan. Estimasi kandungan stok karbon dapat dilakukan dengan metode indeks vegetasi yaitu NDVI (*Normalize Difference Vegetation Indeks*). Tujuan dilakukan penelitian ini adalah menduga jumlah stok karbon pada tutupan lahan berupa hutan sekunder dan belukar di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan dan dapat mengetahui total luasan yang menyumbangkan stok karbon di kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan.

Pengukuran stok karbon dilakukan dengan analisis melalui citra Sentinel-2A. Analisis dilakukan dengan metode transformasi indeks vegetasi NDVI dengan pengklasifikasian secara tidak terbimbing (*unsupervised*). Setelah klasifikasi tutupan lahan dengan NDVI selanjutnya dilakukan konversi data raster berupa gambar menjadi data vektor berupa garis, titik, *polygon*. Hasil vektor merupakan data untuk menghitung luasan area per poligon dengan menggunakan *calculator geometry*. Luasan yang dihasilkan kemudian dikalikan dengan koefisien stok karbon di kota Samarinda menurut Azham (2015).

Berdasarkan hasil klasifikasi menggunakan metode NDVI di Kecamatan Palaran, maka kisaran nilainya di antara -0,59 hingga -0,30 sedangkan kisaran nilai di Kecamatan Sambutan yaitu -0,29 hingga 0,87. Total stok karbon yang disumbangkan di kedua kecamatan yakni Kecamatan Palaran dengan tutupan lahan hutan sekunder sebesar 515.530,07 ton, sedangkan tutupan lahan berupa belukar senilai 155.235,94 ton. Nilai stok karbon yang disumbangkan Kecamatan Sambutan pada tutupan lahan berupa hutan sekunder yakni 323.202,64 ton, sedangkan pada tutupan lahan belukar senilai 50.978,79 ton. Total luasan yang menyumbangkan stok karbon pada Kecamatan Palaran adalah 12.357,17 hektar, sedangkan Kecamatan Sambutan yakni 6.258,88 hektar.

**Kata Kunci :** *Karbon, Citra Sentinel-2A, NDVI*

## RIWAYAT HIDUP



Dewi Nurjannah, Lahir pada tanggal 10 Januari 2002 di Desa Sangrandanan, Kecamatan Gandangbatu Sillanan, Kabupaten Tana Toraja. Merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Mahmuddin Lallung dan Ibu Nurhaningsih Ludi.

Pertama kali menempuh pendidikan tepat pada umur 6 (enam) tahun di Sekolah Dasar Negeri 142 Inpres Gandangbatu pada tahun 2008 dan lulus pada tahun 2014. Pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama di SMP Kristen Gandangbatu. Selama menempuh pendidikan kurang lebih 3 (tiga) tahun, juga aktif mengikuti kegiatan ekstrakurikuler yang disediakan sekolah seperti Pramuka dan *Drumband* sampai lulus dan mendapatkan ijazah pada tahun 2017. Setelah itu, melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas (SMA) tepatnya di SMA Negeri 9 Tana Toraja dan mengambil jurusan IPA. Selama menempuh pendidikan di SMAN 9 Tana Toraja, juga aktif mengikuti kegiatan ekstrakurikuler yakni Pramuka dan Paskibraka. Berkat pertolongan Allah SWT, berhasil lolos seleksi PASKIBRAKA tingkat Kabupaten tahun 2018, dan telah menyelesaikan bangku SMA pada tahun 2020.

Pendidikan tinggi dimulai pada tahun 2020 di Politeknik Pertanian Negeri Samarinda jurusan Teknik dan Informatika, Program Studi Teknologi Geomatika (Dimpola III), Kalimantan Timur melalui jalur SBM-PN. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda mendapatkan beasiswa KIP-Kuliah.

Pada tanggal 07 September 2022 hingga Tanggal 26 Desember 2022, melaksanakan Kegiatan Magang Industri (MI) di Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah IV Samarinda. Berkat petunjuk dan pertolongan Allah SWT, usaha dan disertai doa dan kedua orang tua dalam menjalankan aktivitas akademik di Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Alhamdulillah telah menyelesaikan tugas akhir (TA) yang berjudul "Estimasi Stok Karbon Di Atas Permukaan Tanah Menggunakan Citra Sentinel-2a Dengan Metode NDVI Pada Kecamatan Palaran Dan Kecamatan Sambutan Kota Samarinda".

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala, karena atas berkat RahmatNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tulisan ini merupakan syarat bagi penyelesaian pendidikan vokasi di Politeknik Pertanian Negeri Samarinda guna mendapatkan ijazah Diploma III dengan sebutan Ahli Madya. Tugas Akhir disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di lingkungan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, yang kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data. Penelitian dan penyusunan Tugas Akhir dilaksanakan selama 2 (dua) bulan, yaitu dari bulan Februari sampai dengan Maret tahun 2023.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Ibu dan Bapak selaku orang tua saya yang telah mendukung saya dalam pengerjaan tugas ini.
2. Ibu Dyah Widayasi, S.Hut., M.P. selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu dan membimbing penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Erna Rositah, S.Hut., M.P. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Ir. Hasanudin, M.P. selaku Dosen Penguji II.
4. Bapak A. Arifin Itsnani SM., S.Si., MT selaku Ketua Program Studi Teknologi Geomatika.
5. Bapak Dr. Suswanto, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Jurusan Teknik dan Informatika.
6. Bapak Hamka, S.T.P., M.P. selaku Direktur Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
7. Bapak dan Ibu Dosen serta Pranata Laboratorium Pendidikan dan administrasi Program Studi Teknologi Geomatika.
8. Teman-teman yang telah banyak membantu dalam pengolahan data maupun penulisan tugas akhir ini.
9. Semua pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung turut membantu pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan penelitian tugas akhir ini.

Walaupun sudah berusaha dengan sungguh-sungguh, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan dalam penulisan ini, namun semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi siapa saja yang memerlukan.

Kampus Politani Samarinda, Juli 2023

**DEWI NURJANNAH**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR HAK CIPTA .....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
I. PENDAHULUAN.....	15
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	19
A. Hutan.....	19
B. Gas Rumah Kaca (GRK) .....	25
C. Karbon.....	28
D. Penginderaan Jauh.....	30
E. Citra Sentinel-2A.....	32
F. Sistem Informasi Geografis (SIG).....	34
G. <i>Software</i> ArcGIS.....	36
H. <i>Normalize Difference Vegetation Indeks (NDVI)</i> .....	37
III. METODE PENELITIAN.....	40
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	40
1. Lokasi.....	40
2. Waktu .....	40
B. Alat dan Bahan Penelitian .....	41
1. Alat .....	41
2. Bahan.....	41
C. Prosedur Penelitian .....	42
1. Identifikasi Masalah .....	42

2. Tinjauan Pustaka .....	42
3. Pengumpulan Data .....	43
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	51
A. Hasil .....	51
B. Pembahasan .....	62
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	67
A. Kesimpulan .....	67
B. Saran .....	67
DAFTAR PUSTAKA .....	68
LAMPIRAN .....	70

## DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Daftar 13 Band Citra Sentinel-2A .....	33
2. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	41
3. Nilai Klasifikasi NDVI di Kecamatan Palaran.....	53
4. Nilai Klasifikasi NDVI di Kecamatan Sambutan.....	55
5. Estimasi Stok Karbon Bagian Atas Pada Tutupan Lahan Berupa Hutan Sekunder dan Belukar di Kec. Palaran dan Kec. Sambutan .....	57
6. Luasan Area Yang Menyubangkan Stok Karbon Di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan.....	62
7. Sebagian Data RAW Kelas Tutupan Lahan Hutan Sekunder Kecamatan Palaran.....	71
8. Sebagian Data RAW Kelas Tutupan Lahan Belukar Kecamatan Palaran.....	72
9. Sebagian Data RAW Kelas Tutupan Lahan Hutan Sekunder Kecamatan Sambutan .....	73
10. Sebagian data RAW kelas tutupan lahan belukar Kecamatan Sambutan.....	74

## DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1. Hutan Kota .....	20
2. Contoh Hutan Kota .....	22
3. Mekanisme Reaksi Fotosintesis Tumbuhan .....	27
4. Tempat Penyimpanan Karbon (carbon pool) .....	29
5. Citra Sentinel 2 (ESA, 2015).....	32
6. Real World data spasial SIG.....	36
7. Lokasi Penelitian.....	40
8. Diagram Alir Penelitian .....	42
9. Diagram Alir Prosedur Pengolahan Data .....	43
10. Registrasi Akun.....	44
11. Pencarian lokasi penelitian .....	45
12. Pengunduhan Citra Sesuai Tahun .....	45
13. Visualize True color .....	46
14. Format Pengunduhan .....	46
15. Hasil Pengunduhan Citra.....	47
16. Kelas Kerapatan Indeks Vegetasi NDVI di Kecamatan Palaran.....	54
17. Kelas Kerapatan Indeks Vegetasi NDVI di Kecamatan Sambutan .....	56
18. Tutupan Lahan Hutan Sekunder di Kecamatan Palaran .....	58
19. Tutupan Lahan Belukar di Kecamatan Palaran .....	59
20. Tutupan Lahan Hutan Sekunder di Kecamatan Sambutan .....	60
21. Tutupan Lahan Belukar di Kecamatan Sambutan .....	61

## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Halaman
1. Sebagian data RAW pada kelas tutupan lahan di Kecamatan Palaran .....	71
2. Sebagian data RAW pada kelas tutupan lahan di Kecamatan Sambutan .....	73
3. Contoh Perhitungan Stok Karbon .....	75

## I. PENDAHULUAN

Meningkatnya kandungan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) serta berkurangnya luas hutan sebagai penyerap CO<sub>2</sub> di atmosfer merupakan penyebab pemanasan global. Penyebab utama terjadinya pemanasan global adalah gas rumah kaca, terutama sisa pembakaran yang mengudara. Salah satu solusi untuk menurunkan kandungan CO<sub>2</sub> di atmosfer adalah melalui pembangunan atau perbaikan vegetasi hutan (Windarni. dkk, 2018).

Salah satu peranan hutan sebagai fungsi perlindungan dalam konteks perubahan iklim adalah sebagai penyimpan karbon/rosot karbon (*carbon sink*) yaitu vegetasi hidup di dalam hutan melalui proses fotosintesis mampu menyerap gas CO<sub>2</sub> dan menyimpannya dalam bentuk biomassa. Di samping pengendalian terhadap laju deforestasi, upaya mitigasi perubahan iklim dilakukan untuk mengedepankan fungsi hutan sebagai *carbon sink*, yaitu meningkatkan produktivitas kemampuan hutan dalam mereduksi emisi CO<sub>2</sub> di atmosfer dan menyimpannya sebagai cadangan karbon (*carbon stock*) (Yunita, 2016).

Siklus karbon merupakan daur biogeokimia (siklus alam yang melibatkan aspek kehidupan, bumi, dan kimia) di mana karbon dipertukarkan antara biosfer, geosfer, hidrosfer, dan atmosfer bumi. Dalam siklus ini terdapat empat reservoir karbon utama yang dihubungkan oleh jalur pertukaran, yaitu: (i) Atmosfer, (ii) Biosfer terestrial (biasanya termasuk pula freshwater system dan material non-hayati organik seperti karbon tanah (*soil carbon*)), (iii) Lautan (termasuk karbon anorganik terlarut dan biota laut hayati dan non-hayati), dan (iv) Sedimen (termasuk bahan bakar fosil) (Irawan dan Purwanto, 2020).

Tumbuhan sendiri menyerap  $\text{CO}_2$  dari udara melalui proses fotosintesis, kemudian diubah menjadi karbohidrat yang disebarkan ke seluruh tubuh tumbuhan hingga ditimbun ke dalam tubuh tumbuhan, inilah yang disebut sebagai proses sekuestrasi (C-sequestration) yaitu proses penimbunan karbon dalam tubuh tumbuhan. Dengan mengetahui besarnya biomassa (berat) tumbuhan, maka akan diketahui jumlah kandungan karbon, dan pada akhirnya dapat dihitung jumlah  $\text{CO}_2$  yang diserap oleh tanaman dari atmosfer. Selain tersimpan dalam tubuh tumbuhan hidup, karbon juga dapat tersimpan pada bagian tumbuhan yang telah mati atau dikenal dengan istilah nekromas dan tanah. Karbon tersimpan dalam bentuk nekromas yaitu serasah, pohon mati, dan kayu mati. Kandungan karbon yang terdapat pada nekromas menggambarkan besarnya  $\text{CO}_2$  yang tidak lepas ke udara baik melalui dekomposisi maupun pembakaran (Irawan dan Purwanto, 2020).

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh untuk perkiraan stok karbon dilakukan dengan menggunakan citra sentinel-2A. Estimasi kandungan stok karbon dapat dilakukan melalui indeks vegetasi yaitu NDVI (*Normalize Difference Vegetation Indeks*). NDVI adalah perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan. Nilai NDVI adalah suatu nilai untuk mengetahui tingkat kehijauan pada daun dengan panjang gelombang inframerah yang sangat baik sebagai awal dari pembagian daerah vegetasi. Karena sifat optik klorofil sangat khas yaitu klorofil menyerap spektrum merah dan memantulkan dengan kuat spektrum infra merah. NDVI dapat menunjukkan parameter yang berhubungan dengan parameter vegetasi, antara lain, biomassa dedaunan hijau, daerah dedaunan hijau yang merupakan nilai yang dapat diperkirakan untuk pembagian vegetasi. NDVI pada dasarnya menghitung seberapa besar

penyerapan radiasi matahari oleh tanaman terutama bagian daun (Freddy dkk., 2015).

Wilayah Palaran dan Sambutan merupakan daerah yang mempunyai kawasan hutan yang cukup luas. Kawasan ini juga terdapat ekosistem hutan, yaitu hutan alam dan hutan tanaman yang nantinya dapat menjadi fokus awal pengembangan metode pemanfaatan citra sentinel-2A untuk estimasi cadangan karbon. Beberapa penelitian terdahulu tentang pengukuran cadangan karbon yang mana datanya bervariasi, selanjutnya data tersebut dikompilasi dalam penelitian ini. Penelitian-penelitian yang menjadi acuan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Estimasi Cadangan Karbon Pada Tutupan Lahan Hutan Sekunder, Semak dan Belukar Di Kota Samarinda (Azham, 2015)
2. Pendugaan Cadangan Karbon Berdasarkan Indeks Vegetasi (Hadi, 2018)
3. Pemanfaatan Citra Sentinel-2A Untuk Estimasi Cadangan Karbon Pada Tutupan Hutan (Mponoi, 2022).
4. Pendugaan Potensi Karbon Hutan dengan Sistem Penginderaan Jauh (Manalu dkk., 2023).

Agar penelitian ini tidak menyimpang maka dapat ditetapkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung jumlah stok karbon menggunakan citra sentinel-2A dengan metode indeks vegetasi NDVI?
2. Berapa jumlah stok karbon yang ada di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan menggunakan metode NDVI?

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perkiraan jumlah stok karbon dilakukan dengan menggunakan citra Sentinel 2A dengan menggunakan indeks vegetasi NDVI.
2. Sasaran objek yang dikaji adalah kawasan vegetasi di atas permukaan tanah di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan.
3. Perhitungan estimasi stok karbon pada klasifikasi NDVI dengan tutupan lahan berupa hutan sekunder dan belukar di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menduga jumlah stok karbon yang disumbangkan oleh tutupan lahan berupa Hutan Sekunder dan belukar di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan.
2. Mengetahui luas area yang menyumbangkan stok karbon di kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan.

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain adalah dapat dijadikan sebagai bahan masukan dalam pengambilan kebijakan khususnya pembangunan daerah dalam rangka Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD GRK).

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Hutan**

Sebuah ekosistem yang saling berketergantungan dan terdiri dari berbagai macam tumbuhan disebut hutan. Undang-undang no. 41 tahun 1999 menjelaskan bahwa yang dimaksud dengan hutan adalah sumberdaya alam hayati yang berada pada satu hamparan luas wilayah dalam satu kesatuan ekosistem dan didominasi jenis pepohonan yang terikat dengan kondisi lingkungannya. Hutan yang berada disuatu wilayah memiliki ciri khusus yang membedakannya dengan hutan yang berada diwilayah lain. Hutan memiliki fungsi untuk menjaga tutupan awan, membantu proses pengubahan air menjadi uap, memantulkan sinar matahari keluar atmosfer, meningkatkan kelembaban atmosfer yang mampu menurunkan suhu udara (Hertianti dkk.,2021).

#### **1. Hutan Kota**

Hutan kota merupakan suatu kawasan dalam kota yang didominasi oleh pepohonan yang habitatnya dibiarkan tumbuh secara alami. Hutan kota merupakan komunitas vegetasi berupa pohon dan asosiasinya yang tumbuh di lahan kota atau sekitarnya, berbentuk jalur, menyebar atau bergerombol (menumpuk), strukturnya menyerupai (meniru) hutan alam membentuk habitat yang memungkinkan kehidupan bagi satwa liar dan menimbulkan lingkungan sehat, suasana nyaman, sejuk dan estetis. Hutan kota adalah tumbuhan vegetasi berkayu di wilayah perkotaan yang memberi manfaat lingkungan yang sebesar-besarnya dalam kegunaan proteksi, rekreasi dan estetika lingkungan .

Awal mula terbentuknya hutan kota telah dimulai sebelum Indonesia merdeka. Saat itu, pemerintahan Hindia Belanda melakukan penanaman pohon secara teratur pada setiap pinggiran jalan. Bukti dari program penanaman

tersebut masih dapat kita lihat di banyak tempat, seperti Bogor, Bandung, Medan dan kota lainnya. Fungsi pepohonan yang ditanam tersebut ialah sebagai peneduh jalan. Selanjutnya, pada masa kemerdekaan penanaman pohon di perkotaan dimulai ketika Indonesia menjadi penyelenggara Games of the New Emerging Forces (GANEFO) pada tahun 1963. Panitia acara tersebut melakukan program penanaman di sekitar area senayan dengan berbagai jenis pohon. Bahkan, hingga saat ini kita masih dapat menjumpai pohon-pohon yang ditanam tersebut. Kemudian pada Kongres Kehutanan Sedunia ke-7 yang diadakan di Jakarta pada tahun 1978 menjadi awal mula nama “Hutan Kota” secara resmi dikenal. Pada waktu itu, pemerintah mencanangkan pembangunan hutan kota di daerah senayan yang dilakukan oleh peserta kongres pada lahan seluas 5 hektar. Lahan yang digunakan adalah halaman gedung Manggala Wanabakti atau Kantor Kementerian Kehutanan.



Gambar 1. Hutan Kota

Salah satu fungsi hutan kota adalah memperbaiki dan menjaga iklim mikro dan nilai estetika. Selain itu, hutan kota juga berfungsi untuk memperbaiki sistem peresapan air, menciptakan keseimbangan dan keserasian lingkungan dari segi

fisik perkotaan, serta mendukung pelestarian keanekaragaman hayati di Indonesia.

Wujud atau bentuk hutan kota sangat beragam, mulai dari hutan di sekitaran jalan tol, pinggir rel kereta, sekitar danau atau bendungan, taman kota, serta hutan yang berada di wilayah pemukiman. Suatu kawasan dapat disebut sebagai hutan jika luasnya lebih dari 0,25 hektar. Perkotaan yang baik, seharusnya memiliki kawasan hutan kota sekitar 10% dari total luas wilayahnya. Berikut adalah berbagai bentuk hutan kota, antara lain:

- Bentuk Jalur, bentuk ini banyak ditemukan di sepanjang jalur tol dan kereta api. Selain itu, daerah sempadan sungai, danau dan pantai juga bisa dimanfaatkan. Lebar hutan kota dengan bentuk jalur umumnya lebih dari 30 meter.
- Bentuk Kompak, bentuk ini berupa pepohonan dalam wilayah hamparan yang menyatu.
- Bentuk Menyebar, bentuk ini dapat berupa bentuk jalur dan kelompok yang terpisah oleh pembatas, seperti jalan dan bangunan yang masih dalam pengelolaan yang sama.



Gambar 2. Contoh Hutan Kota

Berdasarkan pepohonan yang tumbuh, hutan kota termasuk hutan berstrata dua, yaitu hutan yang terdiri dari pepohonan yang membentuk tajuk tinggi dan rumput-rumput penutup tanah. Serta dapat termasuk pula sebagai hutan berstrata banyak, yaitu terdiri dari pepohonan yang bertajuk tinggi, perdu, semak belukar, epifit, liana, dan tanaman merambat lain, serta rerumputan.

Keberadaan hutan kota dianggap tidak menguntungkan dari segi ekonomi jangka pendek. Namun, hutan ini memberikan manfaat lain yang jauh lebih banyak, termasuk manfaat ekonomi bagi perkotaan yaitu sebagai manfaat estetika, hidrologis, klimatologis, habitat flora fauna, menurunkan polusi udara, manfaat edukatif, manfaatt rekreatif, dan manfaat ekonomi.

## **2. Ruang Terbuka Hijau (RTH)**

Ruang terbuka adalah ruang-ruang dalam kota atau wilayah yang lebih luas baik dalam bentuk area/kawasan maupun dalam bentuk area memanjang/jalur di mana dalam penggunaannya lebih bersifat terbuka yang pada dasarnya tanpa bangunan. Ruang Terbuka Hijau terbagi atas ruang terbuka hijau privat dan ruang terbuka hijau publik, yang dimaksud dari RTH Privat adalah ruang terbuka hijau yang memiliki kepemilikan dan pemeliharannya menjadi tanggung jawab pihak/lembaga swasta, perorangan dan masyarakat yang dikendalikan melalui izin

peanfaatan ruang oleh pemerintah daerah, sedangkan maksud dari RTH publik adalah ruang terbuka hijau yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum (Arifiyanti dan Awaluddin, 2014).

Ruang terbuka hijau (RTH) dalam lingkungan pembangunan secara global saat ini diperlukan demi menjaga keseimbangan kualitas lingkungan hidup suatu daerah khususnya di daerah perkotaan yang memiliki berbagai permasalahan berkaitan dengan masalah ruang yang sedemikian kompleks. Ruang terbuka hijau, (RTH) khususnya di wilayah perkotaan memiliki fungsi yang penting diantaranya terkait aspek ekologi, sosial budaya, dan estetika. Berkaitan dengan fungsi secara ekologi misalnya, ruang terbuka hijau berfungsi sebagai pengendali iklim yakni sebagai produsen oksigen, peredam kebisingan, dan juga berfungsi sebagai *visual control* / kontrol pandangan yaitu dengan menahan silau matahari atau pantulan sinar yang ditimbulkan. Adapun dalam aspek sosial budaya, salah satu fungsi dari ruang terbuka hijau (RTH) diantaranya adalah sebagai ruang komunikasi dan interaksi sosial bagi masyarakat.

#### **a. Ruang Terbuka Hijau (RTH) Publik**

Kota Samarinda merupakan salah satu dari tiga kota di Provinsi Kalimantan Timur, disamping Kota Balikpapan dan Kota Bontang. Diketahui Kota Samarinda merupakan ibukota Provinsi Kalimantan Timur yang memiliki luas wilayah sebesar 71.800 Ha. Dari seluruh luas wilayah kota tersebut, sebesar 50.260 Ha (70% dari luas wilayah kota) akan digunakan untuk bangunan, lalu paling tidak seharusnya sebesar 14.360 Ha (20% dari luas wilayah kota) menjadi RTH publik, dan 7.180 Ha (10% dari luas wilayah kota) menjadi RTH privat. Namun pemenuhannya berbeda dengan yang

diharapkan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Effendi (2019) bahwa RTH publik di Kota Samarinda masih yang terlaksana adalah 4.308 Ha dari 71.800 Ha, atau jika dipersentasekan kurang lebih hanya 7% yang terlaksana, hal ini jauh dari target yaitu sebesar 20% dari wilayah kota untuk RTH publik. Penelitian tersebut diperkuat dengan pernyataan dari media massa Kaltim Today menyatakan bahwa RTH publik Kota Samarinda baru mencapai 9,5%. Berbeda dengan RTH Privat, pada penelitian yang dilakukan oleh Nuraini (2020), RTH privat yang telah ada sebesar 31.096,44 Ha (43,31% dari luas wilayah kota) yang mana telah melebihi proporsi minimal 10% dari luas wilayah kota. Kenyataan di atas tentu menjadi masalah besar dalam penyelenggaraan penataan ruang wilayah Kota Samarinda dan perlu dicari solusi atau upaya yang tepat agar pencapaiannya dapat dimungkinkan.

Menurut Arifiyanti dan Awaluddin (2014), ruang publik merupakan suatu sistem kompleks berkaitan dengan segala bagian bangunan dan lingkungan alam yang dapat diakses dengan gratis oleh publik yang meliputi jalan, *square*, lapangan, ruang terbuka hijau, atau ruang privat yang memiliki keterbukaan aksesibilitas untuk public.

Ciri-ciri utama dari ruang publik antara lain adalah terbuka, mudah dicapai oleh masyarakat untuk melakukan kegiatan-kegiatan kelompok, dan tidak selalu harus ada unsur hijau, bentuknya dapat berupa *mall*, *plaza*, ataupun taman bermain. Perkembangan kota dapat menyebabkan kualitas ruang terbuka hijau semakin menurun dan jauh dari standar minimum sebuah kota yang telah ditentukan proporsi ruang terbuka hijau sesuai Standar Nasional Indonesia.

#### **b. Ruang Terbuka Hijau (RTH) Privat**

Ruang Terbuka Hijau Privat adalah Ruang Terbuka Hijau milik institusi atau orang perorang yang pemanfaatannya untuk kalangan terbatas antara lain berupa kebun atau halaman rumah/gedung milik masyarakat/swasta yang ditanami tumbuhan (Mentri Pekerjaan Umum Nomor 5/PRT/M/2008). Fungsi RTH Privat adalah sebagai tempat tumbuhnya tanaman, peresapan air, sirkulasi, unsur- unsur estetik, baik sebagai ruang kegiatan dan maupun sebagai ruang amenity. Syarat dari RTHP ditetapkan dalam rencana dan tata bangunan baik langsung maupun tidak langsung dalam bentuk ketetapan GSB,KDB, KDH, KLB, Parkir dan ketetapan lainnya. Arahan penyediaan RTHP di kawasan pemukiman adalah RTH Pekarangan, taman Atap, Atap Hijau, dinding hijau, Pot scaping,Taman gantung (Fuadilah, 2013).

Ruang Terbuka Hijau (RTH) kota adalah bagian kota yang tidak terbangun, yang berfungsi menunjang keamanan, kesejahteraan, peningkatan kualitas lingkungan dan pelestarian alam (Spreiregen, 1965). Dalam Undang-Undang Nomor 26 tahun 2007 tentang penataan ruang, keberadaan RTH sudah ditetapkan luasannya yaitu 30 persen dari luas wilayah kota, dengan proporsi 20% sebagai RTH publik dan 10% sebagai RTH privat.

### **B. Gas Rumah Kaca (GRK)**

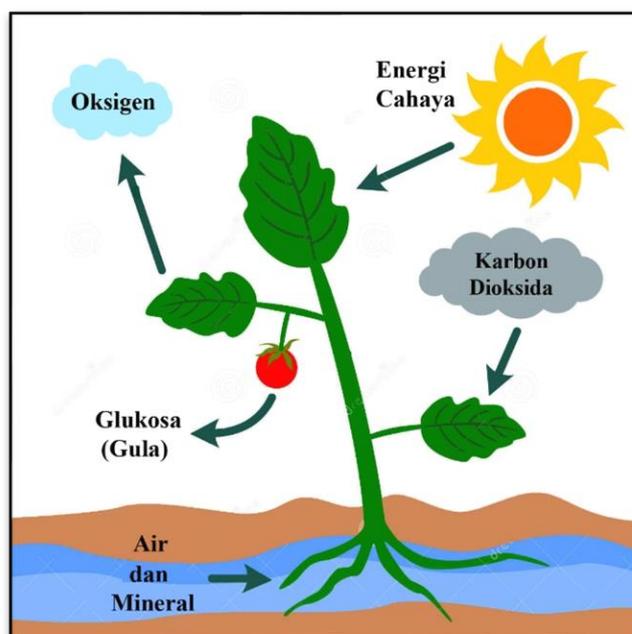
Hutan berhubungan secara langsung dengan perubahan iklim. Sebuah kondisi dimana terjadi perubahan atas fisik atmosfer bumi seperti distribusi curah hujan dan temperature serta memiliki dampak luas terhadap kehidupan manusia disebut dengan perubahan iklim. Salah satu factor utama dalam perubahan iklim adalah gas rumah kaca (GRK). GRK yang didominasi oleh CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O menjadi factor utama dalam perubahan iklim. Aktifitas manusia dalam melakukan

perubahan penggunaan lahan dan penggunaan bahan bakar fosil untuk aktivitas industry, transportasi dan pembangkit energi merupakan penyebab peningkatan CO<sub>2</sub> di atmosfer. Perubahan penggunaan lahan ini juga terjadi pada areal hutan dimana manusia melakukan penebangan, perambahan, konversi lahan hutan, kebakaran hutan dan aktivitas lainnya sehingga secara tidak langsung menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca. Pengelolaan hutan, pengendalian deforestasi, penerapan silvikultur yang baik, perbaikan bahan organik tanah dan pencegahan degradasi lahan gambut serta penanaman tanaman berkayu merupakan usaha yang dapat dilakukan untuk mempertahankan dan meningkatkan cadangan karbon (Sularso, 2011) dalam (Hertianti dkk., 2021).

Gas Rumah Kaca (GRK) merupakan gas dari sekian banyak gas yang terdapat di atmosfer bumi yang pada konsentrasi normal dibutuhkan untuk menjaga suhu permukaan bumi agar tetap hangat, tanpa GRK maka suhu bumi akan dingin seperti suhu ruang angkasa. Penumpukan GRK di atmosfer secara berlebihan akan menyebabkan makin banyaknya panas matahari yang tidak dapat diteruskan ke angkasa, tetapi dipantulkan kembali ke bumi sehingga suhu bumi semakin meningkat. Peningkatan suhu bumi inilah yang kemudian dikenal dengan pemanasan global (*global warming*). Suhu di bumi saat ini telah mengalami kenaikan karena adanya pemanasan global yaitu sekitar 1,1 °C sebagai akibat terjadinya peningkatan konsentrasi GRK ) (Irawan dan Purwanto, 2020).

Menurut Kusumawardani (2009) dalam Azham (2015), Sektor kehutanan dan lahan mempunyai kontribusi yang sangat besar terhadap emisi gas rumah kaca di Indonesia. Emisi gas rumah kaca dari sektor kehutanan itu terkait dengan proses deforestasi dan degradasi hutan yang disertai dengan kebakaran hutan. Indonesia merupakan salah satu negara dengan laju deforestasi tertinggi di dunia.

Melalui proses fotosintesis yang dilakukan tumbuhan berperan penting mengurangi konsentrasi CO<sub>2</sub> di udara. Dalam proses fotosintesis maka CO<sub>2</sub> di udara akan ditangkap tumbuhan kemudian bersama air dan bantuan cahaya matahari diubah menjadi karbohidrat dalam bentuk glukosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) yang disimpan pada bagian-bagian tumbuhan (akar, batang, ranting, daun, buah dan biji). Reaksi sederhana proses fotosintesis adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Mekanisme Reaksi Fotosintesis Tumbuhan

Proses fotosintesis di atas menunjukkan bahwa biomassa pada tumbuhan (glukosa) memiliki hubungan yang erat dengan kandungan karbon (C) dan penyerapan CO<sub>2</sub>. Karbon merupakan salah satu unsur dalam karbohidrat (glukosa) yang dibentuk dalam proses fotosintesis. Makin berat biomassa pada suatu tumbuhan, maka semakin besar karbon yang dikandungnya. Selanjutnya, makin besar karbon yang dikandung suatu tumbuhan, maka semakin CO<sub>2</sub> yang telah diserap tumbuhan di mana  $CO_2 = (44/22) \times \text{kandungan karbon (C)}$ . Dengan demikian sebuah pohon yang harus tumbuh dimana terjadi penambahan diameter,

tinggi, dan volume pohon, maka berat biomassa pohon semakin meningkat, kandungan karbon pohon semakin, kandungan CO<sub>2</sub> semakin meningkat, CO<sub>2</sub> yang teremisasi semakin berkurang, CO<sub>2</sub> yang terkumpul pada gas rumah kaca semakin berkurang, sehingga efek rumah kaca pun berkurang, suhu bumi tidak semakin panas. Sedangkan kebalikannya jika terjadi pengurangan pohon (misalnya karena kebakaran), maka: CO<sub>2</sub> yang teremisasi semakin naik, CO<sub>2</sub> yang terkumpul pada gas rumah kaca semakin naik, sehingga efek rumah kaca pun naik, suhu bumi semakin panas, pada gilirannya menimbulkan berbagai dampak negatif di bumi (Irawan dan Purwanto, 2020).

### **C. Karbon**

Karbon atau zat arang merupakan unsur kimia yang mempunyai simbol C dan nomor atom 6 (z) dan bobot atom standar (Ar) 12,0107 pada tabel periodik. Sumber karbon anorganik terbesar terdapat pada batu kapur, dolomit, dan karbon dioksida, sedangkan sumber organik terdapat pada batu bara, tanah gambut, minyak bumi, dan klatrat metana. Karbon dapat membentuk lebih banyak senyawa daripada unsur-unsur lainnya (Irawan dan Purwanto, 2020).

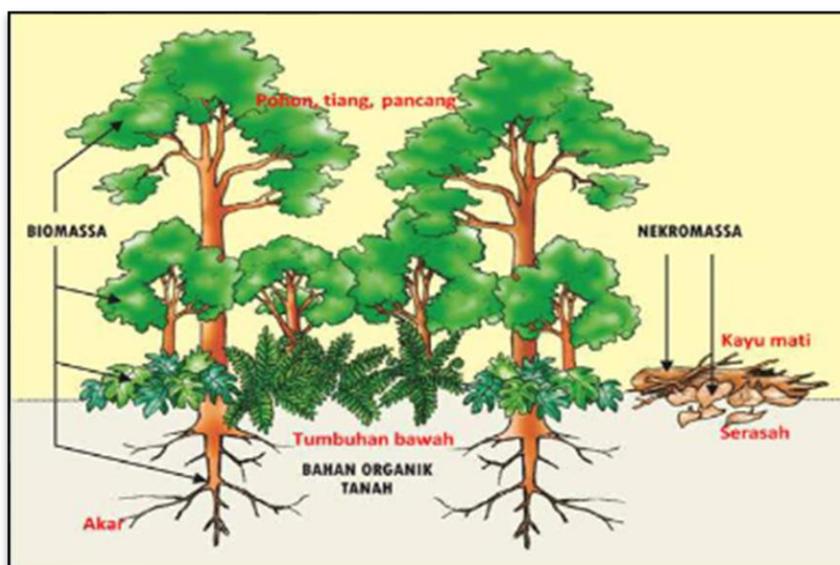
Karbon adalah unsur paling berlimpah ke-15 di kerak bumi dan urutan ke-4 di alam semesta. Karbon terdapat pada semua jenis makhluk hidup. Pada manusia, karbon merupakan unsur paling berlimpah kedua (sekitar 18,5%) setelah oksigen. Keberlimpahan karbon ini, bersamaan dengan keanekaragaman senyawa organik dan kemampuannya membentuk polimer maupun karbon sebagai unsur dasar kimiawi kehidupan. Cadangan karbon pada suatu ekosistem daratan tersimpan ke dalam tiga komponen, yaitu:

- a. Biomassa (bagian hidup), yaitu batang, ranting, tajuk, akar, tumbuhan bawah, gulma, dan tumbuhan lainnya yang hidup dalam ekosistem.

- b. Nekromas (bagian mati), yaitu masa dari bagian pohon yang telah mati baik pohon mati (pohon mati yang masih berdiri tegak), kayu mati (pohon tumbang/tergeletak di permukaan tanah), maupun serasah (ranting dan daun-daun gugur yang belum lapuk).
- c. Tanah (bahan organik tanah), yaitu sisa makhluk hidup (tanaman, hewan, dan manusia) yang telah mengalami pelapukan baik sebagian maupun seluruhnya dan telah menjadi bagian dari tanah. Ukuran partikelnya biasanya  $< 2$  mm.

Adapun berdasarkan di alam, ketiga komponen karbon tersebut dapat dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu:

- a. Karbon di atas permukaan tanah (*above ground*), meliputi: pohon selain akar, tumbuhan bawah, serasah, kayu mati, pohon mati. Proporsi terbesar cadangan karbon di daratan umumnya terdapat pada komponen pepohonan.
- b. Karbon di dalam tanah (*below ground*), meliputi: akar dan tanah.



(Sumber: Tropennbos Indonesia)

Gambar 4. Tempat Penyimpanan Karbon (carbon pool)

Persentase simpanan karbon pada kelima carbon pool adalah: (i) Sebanyak 70 % biomassa di Atas Permukaan Tanah, (ii) Sebanyak 20 % biomassa di Bawah Permukaan Tanah, (iii) Sebanyak 5 % biomassa Pohon Mati dan Kayu Mati (Nekromas), (iv) Sebanyak 2 % biomassa Non-Kayu di atas Permukaan Tanah, dan (v) Sebanyak 3 % biomassa Lantai Hutan.

#### **D. Penginderaan Jauh**

Penginderaan Jauh sering disingkat Inderaja, adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data diperoleh dengan suatu alat (citra) tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji. Pada penginderaan jauh data dapat berupa citra maupun non-citra. Citra penginderaan jauh juga merupakan gambaran yang sangat mirip dengan wujud aslinya atau paling tidak berupa gambaran planimetriknya, sehingga citra merupakan keluaran suatu sistem perekaman data bersifat optik, analog, dan digital. Data non-citra dapat berupa grafik, diagram, dan numerik (Niaga, dkk., 2020).

Saat ini teknologi penginderaan jauh berbasis satelit menjadi sangat populer dan digunakan untuk berbagai tujuan kegiatan, salah satunya untuk mengidentifikasi potensi sumber daya kehutanan. Hal ini disebabkan perolehan data penginderaan jauh melalui satelit menawarkan beberapa keunggulan, antara lain harga yang murah, periode ulang perekaman daerah yang sama, pemilihan spektrum panjang gelombang untuk mengatasi hambatan atmosfer, daerah cakupannya yang luas dan mampu menjangkau daerah terpencil, bentuk datanya digital, serta kombinasi saluran spectral (band) sehingga data tersebut dapat diolah dalam berbagai keperluan, seperti pengolahan citra untuk membuat peta administrasi, peta tutupan lahan, dan sebagainya (Niagara, dkk., 2020).

Dalam penginderaan jauh didapat hasil data observasi yang disebut citra. Citra dapat diartikan sebagai gambaran dari suatu objek yang sedang diamati, sebagai hasil suatu liputan atau rekaman alat pemantau(sensor). Citra sebagai gambaran rekaman suatu objek yang didapat dengan cara optik, elektro optik, optik mekanik atau elektronik. Dalam penginderaan jauh, citra berbeda dengan foto. Untuk mengkaji suatu objek, daerah atau fenomena yang diteliti melalui penginderaan. Proses fotografi menggunakan reaksi kimia pada permukaan film yang sensitive untuk mendeteksi dan merekam variasi energi, sedangkan citra berkaitan dengan representasi gambaran tanpa peduli media yang digunakan untuk merekam dan mendeteksi energi elektromagnetik. Sebuah citra terbentuk dalam format digital yang tersusun dari beberapa unsur gambar atau disebut piksel. Tingkat kecerahan piksel ini direpresentasikan oleh nilai numerik atau digital (DN) pada masing-masing piksel. Sensor secara elektronik merekam energi elektromagnetik sebagai kumpulan DN yang akan menyusun gambar. Istilah lain yang penting dalam karakteristik citra adalah *band* atau *channel* (band/saluran). Informasi dari range panjang gelombang yang berdekatan dikumpulkan menjadi satu dan disimpan didalam band (Kusuma, 2008) dalam (Yani, 2021).

Pengukuran stok karbon dengan menggunakan teknik penginderaan jauh merupakan teknik paling efisien jika di aplikasikan pada area yang luas karena memiliki keunggulan dalam menghemat biaya, waktu dan tenaga. Saat ini, banyak pengukuran stok karbon menggunakan teknik penginderaan jauh dengan sistem optik melalui data multispektral mulai dari resolusi rendah, menengah, dan tinggi. Namun, data multispektral ini sebagian besar hanya merekam pada bagian kanopinya saja dengan melihat kondisi daun. Disisi lain, data multispektral ini juga

memiliki kelemahan jika diaplikasikan pada daerah-daerah yang sering tertutup oleh awan. Untuk mengatasi hal tersebut, saat ini terdapat teknologi penginderaan jauh sistem aktif yang mampu beroperasi pada siang maupun malam hari dengan berbagai macam kondisi cuaca termasuk menembus awan tebal. Dalam mengestimasi cadangan stok karbon diperlukan aspek dari penginderaan jauh seperti pantulan spektral dari citra satelit dan transformasi indeks yang digunakan untuk membangun model sebaran cadangan karbon (Mponi, 2022) .

### **E. Citra Sentinel-2A**

Citra sentinel 2A dilengkapi dengan instrumen multispektral dengan 13 saluran spektral dari saluran cahaya tampak, inframerah dekat, serta gelombang pendek inframerah. Satelit yang direncanakan dapat bertahan selama 7 tahun ini, mempunyai resolusi spasial 10 m (untuk band-band cahaya tampak dan gelombang inframerah dekat), 20 m dan 60 m (untuk ban-band gelombang inframerah dekat dan gelombang pendek inframerah).



Gambar 5. Citra Sentinel 2 (ESA, 2015)

Adapun karakteristik dari 13 band tersebut akan dijelaskan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 1. Daftar 13 Band Citra Sentinel-2A

Band/Band	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Resolusi Spasial (m)	Kegunaan
Band 1 – <i>Coastal aerosol</i>	0,443	60	Hamburan atmosfer
Band 2 - <i>Blue</i>	0,490	10	Sensitif terhadap vegetasi, coklat dan kenampakan tanah, hamburan atmosfer
Band 3 - <i>Green</i>	0,560	10	Tampilan hijau maksimal, sensitif terhadap klorofil vegetasi
Band 4 - <i>Red</i>	0,665	10	Penyerapan klorofil maksimum
Band 5 - <i>Vegetation Red Edge</i>	0,705	20	Posisi tepi merah, koreksi atmosfer/garis dasar permukaan
Band 6 - <i>Vegetation Red Edge</i>	0,740	20	Pengambilan beban partikel udara
Band 7 - <i>Vegetation Red Edge</i>	0,783	20	<i>Leaf Area Index (LAI), Near-Infrared (NIR)</i>
Band 8 - <i>NIR</i>	0,842	10	LAI
Band 8A - <i>vegetation Red Edge</i>	0,865	20	NIR, sensitif terhadap klorofil, biomassa, LAI dan penyerapan uap air
Band 9 - <i>Water vapour</i>	0,945	60	Penyerapan uap air, koreksi atmosfer
Band 10 - <i>SWIR - Cirrus</i>	1,375	60	Deteksi awan cirrus
Band 11 - <i>SWIR</i>	1,610	20	Pemisah salju, es, dan awan Penilaian kondisi vegetasi Mediterania. Perbedaan tanah lempung untuk pemantauan erosi tanah. Perbedaan antara biomassa hidup, biomassa mati, dan tanah
Band 12 - <i>SWIR</i>	2,190	20	

Sumber: Andini, 2018

Sentinel-2A bertujuan menyajikan data untuk kepentingan seperti monitoring lahan dan menjadi data besar untuk penggunaan pada beragam aplikasi mulai dari perhutanan, pertanian, monitoring lingkungan sampai dengan perencanaan kehutanan, deteksi perubahan tutupan lahan, penggunaan lahan, pemetaan resiko bencana serta beragam aplikasi lainnya. Salah satunya adalah dengan membangun model indeks vegetasi seperti NDVI, RVI, SAVI, dan GNDVI indeks vegetasi lainnya yang memanfaatkan beberapa band, yaitu band merah, NIR, hijau, dan band-band lainnya yang disesuaikan dengan rumus indeks vegetasinya. Sebagai salah satu satelit penginderaan jauh dengan sensor pasif buatan Eropa citra sentinel-2A mempunyai 13 band (*band*), 4 band beresolusi 10 m, 6 band beresolusi 20 m, dan 3 band beresolusi spasial 60 m dengan area sapuan 290 km. Resolusi spasial yang tinggi disertai cakupan spektrum yang luas merupakan langkah maju yang besar jika dibandingkan dengan multispetral lainnya (Kawamuna, dkk., 2017) dalam (Mponi, 2022).

#### **F. Sistem Informasi Geografis (SIG)**

SIG (Sistem Informasi Geografis) adalah sistem yang berbasis komputer (CBIS) yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek-objek dan fenomena di mana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis. Dengan demikian, SIG merupakan sistem komputer yang memiliki empat kemampuan dalam menangani data bereferensi geografis, diantaranya masukan, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), analisis dan manipulasi data, dan keluaran (Niagara dkk, 2020).

Secara umum pengertian SIG adalah suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras , perangkat lunak, data geografis, dan sumber daya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk memasukkan, menyimpan, memperbaiki, memperbarui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisis, dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis (Adil, 2017).

SIG yang terdiri dari perangkat lunak, perangkat keras, maupun aplikasi-aplikasinya, telah dikenal secara luas sebagai alat bantu (proses) pengambilan keputusan. Sebagian besar institusi pemerintah, swasta, akademis maupun non akademis juga individu yang memerlukan informasi yang berbasis data spasial telah mengenal dan menggunakan sistem ini. Perkembangan ini diikuti oleh membanjirnya produk teknologi SIG di pasar-pasar Indonesia, demikian cepat arus datangnya produk-produk teknologi sistem informasi yang multi-disiplin ini sudah sepatutnya juga diikuti pula dengan kemampuan dalam memahami pengertian sistem, data dan informasi, sistem informasi, sistem informasi geografis agar bisa mengimbangi kecepatan perkembangan teknologinya.

Teknologi SIG mengintegrasikan operasi pengolahan data berbasis *database* yang biasa digunakan saat ini, seperti pengambilan data berdasarkan kebutuhan, serta analisis statistik dengan menggunakan visualisasi yang khas serta berbagai keuntungan yang mampu ditawarkan melalui analisis geografis melalui gambar-gambar petanya.

SIG tidak lepas dari data spasial, yang merupakan sebuah data yang mengacu pada posisi, obyek dan hubungan di antaranya dalam ruang bumi. Data spasial merupakan salah satu item dari informasi di mana di dalamnya terdapat informasi mengenai bumi termasuk permukaan bumi, di bawah permukaan bumi, perairan, kelautan, di proses dan dipresentasikan (Irva & Muhammad, 2021).

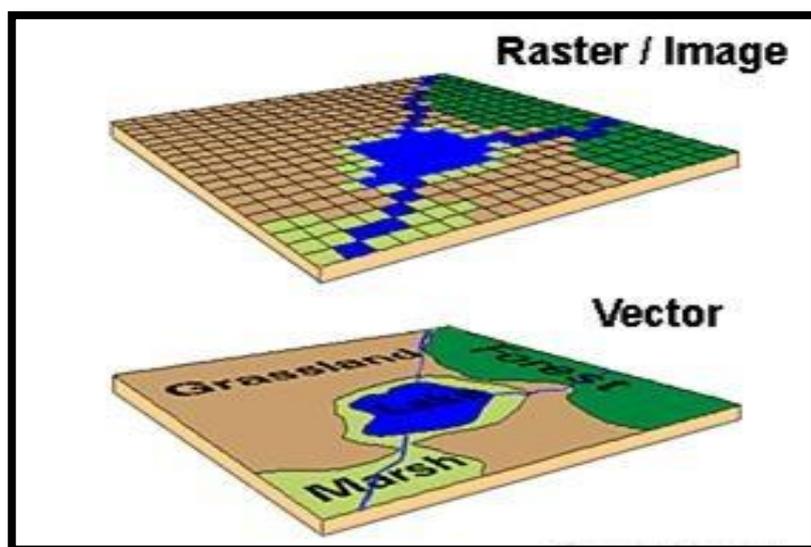
SIG merepresentasikan real world dengan data spasial yang terbagi atas dua model sebagai berikut;

#### 1. Data Vector

Dalam data fektor bumi direpresentasikan sebagai suatu mozaik yang terdiri atas garis, polygon (daerah yang dibatasi garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik/point (*node* yang mempunyai label) dan nodes (yang mempunyai titik perpotongan antara dua garis).

#### 2. Data raster

Adalah data yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh. Pada data raster objek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel *grid* yang di sebut dengan *pixel* (picture elemen).



Gambar 6. Real World data spasial SIG

### G. Software ArcGIS

ArcGIS adalah salah satu perangkat lunak yang dikembangkan oleh ESRI (*Environment Science & Research Institue*) yang merupakan kompilasi fungsi fungsi dari berbagai macam perangkat lunak GIS yang berbeda seperti GIS

desktop, server, dan GIS berbasis web. Perangkat lunak ini mulai dirilis oleh ESRI Pada tahun 1999. Produk utama dari ArcGIS adalah ArcGIS desktop, dimana ArcGIS desktop merupakan perangkat lunak GIS profesional yang komprehensif dan dikelompokkan atas tiga komponen yaitu : *ArcView*, *ArcEditor* dan *ArcInfo*. Selain itu, ESRI juga memiliki produk ArcGIS yang dapat diakses melalui internet, yaitu *ArcGIS Online* (Donya dkk., 2020).

#### **H. *Normalize Difference Vegetation Indeks (NDVI)***

*Normalize Difference Vegetation Index (NDVI)* merupakan indeks kehijauan atau aktivitas fotosintesis vegetasi, dan salah satu indeks vegetasi yang paling sering digunakan. NDVI didasarkan pada pengamatan bahwa permukaan yang berbeda beda merefleksikan berbagai jenis gelombang cahaya yang berbeda-beda. Vegetasi yang aktif melakukan fotosintesis akan menyerap sebagian besar gelombang merah sinar matahari dan mencerminkan gelombang inframerah dekat lebih tinggi. Vegetasi yang sudah mati atau stres (kurang sehat) lebih banyak mencerminkan gelombang merah dan lebih sedikit pada gelombang inframerah dekat (Wulandari, dkk.,2020).

NDVI merupakan algoritma indeks vegetasi yang paling sering digunakan. Prinsip dari formula ini adalah radiasi dari visible red diserap oleh chlorophyll hijau daun sehingga akan direfleksikan rendah, sedangkan radiasi dari sinar near infrared akan kuat direfleksikan oleh struktur daun *spongy mesophyll*. Indeks ini mempunyai kisaran nilai dari -1,0 sampai 1,0 Awan, air dan objek non vegetasi mempunyai nilai NDVI kurang dari nol. Jika nilai indeks lebih tinggi berarti penutupan vegetasi tersebut lebih sehat. Pada Sentinel-2 untuk menentukan nilai NDVI digunakan band 8 sebagai NIR dan band 4 sebagai RED (Arhatin, 2007) dalam (Kawamuna, 2017).

Indeks vegetasi adalah besaran nilai kehijauan vegetasi yang diperoleh dari pengolahan sinyal digital data nilai kecerahan (brightness) beberapa band data sensor satelit. Band satelit berupa hasil tangkapan sensor sesuai band yang ada di satelit. Fenomena penangkapan cahaya merah oleh klorofil dan cahaya pemantulan inframerah dekat oleh jaringan mesofil yang terdapat pada daun akan membuat nilai kecerahan yang diterima sensor satelit pada band-band termasuk akan jauh berbeda. Pada wilayah bervegetasi sangat rapat, dengan kondisi sehat, perbandingan kedua band tersebut akan sangat tinggi (maksimum) inframerah dekat sedangkan spektral air menurun pada sinar inframerah dan merah.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) adalah perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan. NDVI dapat menunjukkan parameter yang berhubungan dengan parameter vegetasi yaitu biomassa, daerah dedaunan hijau yang merupakan nilai yang dapat diperkirakan untuk pembagian vegetasi.

Transformasi NDVI memanfaatkan beberapa saluran dari citra yaitu band 3 (saluran merah) dan band 4 (saluran inframerah dekat). Kelebihan kedua saluran ini untuk identifikasi vegetasi adalah objek akan memberikan tanggapan spektral yang tinggi. Perhitungan perbandingan sifat respon objek terhadap pantulan sinar merah dan inframerah dekat dapat menghasilkan nilai dengan karakteristik khas yang dapat digunakan untuk memperbaiki kerapatan atau kondisi kanopi/kehijauan tanaman.

Band Near Infra-Red (NIR) atau band 8 yang digunakan sensitif terhadap klorofil dan digunakan dalam biomassa LAI dan penyerapan uap air. Band 4 pada citra sentinel-2A sering digunakan sebagai penyerapan klorofil maksimum.

Menurut Andini dkk., (2018), perhitungan NDVI berdasarkan piksel, per-piksel dari selisih normalisasi antara kanal merah dan inframerah dapat pada citra. Adapun rumus perhitungan klasifikasi NDVI adalah sebagai berikut,

$$\mathbf{NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)}$$

Keterangan:

NDVI = Nilai NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

NIR = Band Near Infra-Red/Band 8 (0,842  $\mu\text{m}$ )

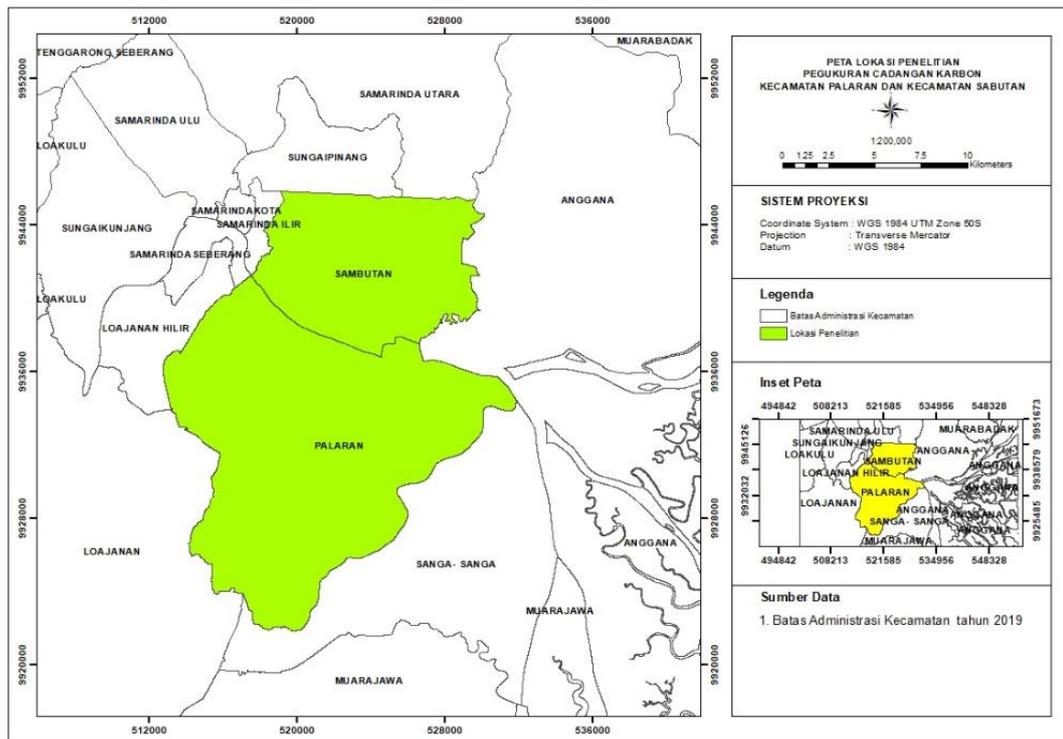
RED = Band Red/Band 4 (0,665  $\mu\text{m}$ ).

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

##### 1. Lokasi

Lokasi penelitian perkiraan stok karbon dilakukan di Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur khususnya Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan, menggunakan Citra sentinel-2A. Peta Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan dapat dilihat dalam gambar 4 berikut.



Gambar 7. Lokasi Penelitian

##### 2. Waktu

Penelitian ini dilakukan dari bulan Januari 2023 sampai dengan bulan April 2023 meliputi penyusunan proposal, pengumpulan data, pengolahan data, dan penyusunan laporan.

Tabel 2. Jadwal Kegiatan Penelitian

Kegiatan	Waktu (2023)			
	Februari	Maret	April	Mei
Pengumpulan Data	■			
Penyusunan Proposal			■	
Pengolahan Data			■	
Penyusunan Laporan				■

## B. Alat dan Bahan Penelitian

### 1. Alat

Alat yang digunakan sebagai berikut:

- a. Laptop Lenovo (Processor AMD 3020e with Radeon Graphics 1.20 GHz, System Type 64-bit operating system, x64-based processor)
- b. Software ArcGIS 10.8

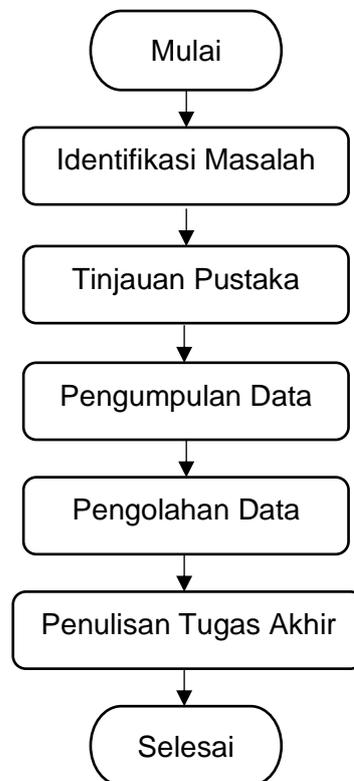
### 2. Bahan

Bahan yang digunakan sebagai berikut:

- a. Citra Sentinel-2A
- b. Shp administrasi kecamatan Samarinda
- c. Data jurnal mengenai cadangan karbon dari berbagai sumber.

### C. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian ini digambarkan dalam diagram berikut ini :



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah ulasan pada gambar di atas mengenai diagram alir prosedur penelitian, yaitu:

#### 1. Identifikasi Masalah

Tahap ini meliputi orientasi lapangan, alat yang digunakan dalam penyusunan rencana kerja dan konsultasi pembimbing, serta pengumpulan data yang diperlukan serta informasi pengukuran cadangan karbon.

#### 2. Tinjauan Pustaka

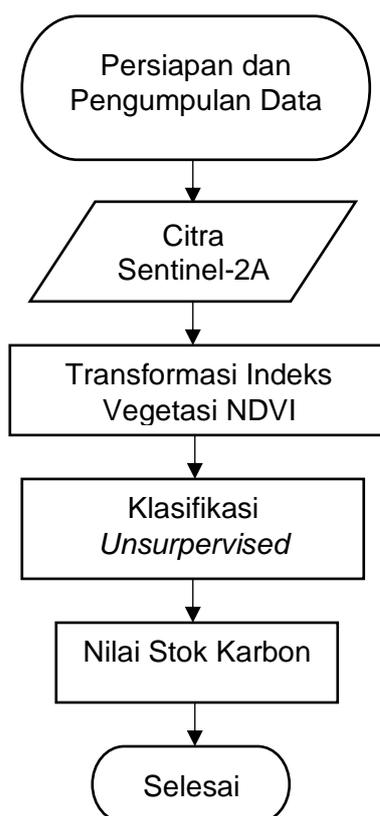
Tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan judul penelitian.

### 3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan data berupa pengunduhan citra sentinel-2A tahun 2020. Citra sentinel-2A diperoleh melalui *website Sentinel Hub EO* dengan memanfaatkan band. Adapun band-band yang digunakan yaitu Band 4 dan Band 8. Manfaat band 4 pada citra Sentinel digunakan sebagai penyerapan klorofil maksimum sedangkan pada Band 8A digunakan untuk NIR, sensitif terhadap klorofil, biomassa, LAI dan penyerapan uap air.

### 4. Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 9. Diagram Alir Prosedur Pengolahan Data

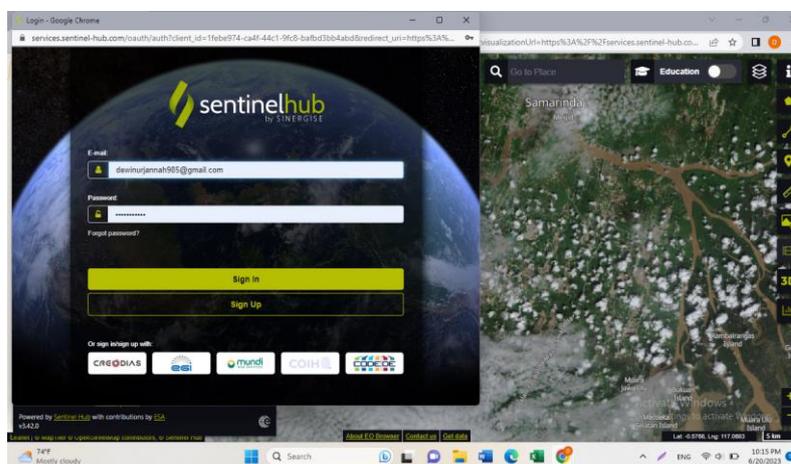
Berikut adalah penjelasan mengenai diagram alir prosedur pengolahan data citra sentinel-2A.

#### a. Persiapan dan Pengumpulan Data Citra Sentinel-2A

Tahap ini dilakukan dalam merancang segala sesuatu yang akan digunakan dalam proses penelitian. Adapun persiapan yang dilakukan seperti pengumpulan data berupa citra citra sentinel-2A pada Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan. Prosedur pengolahan citra sentinel-2A dilakukan untuk mengetahui dugaan sebaran vegetasi yang dapat digunakan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam pengukuran potensi cadangan karbon.

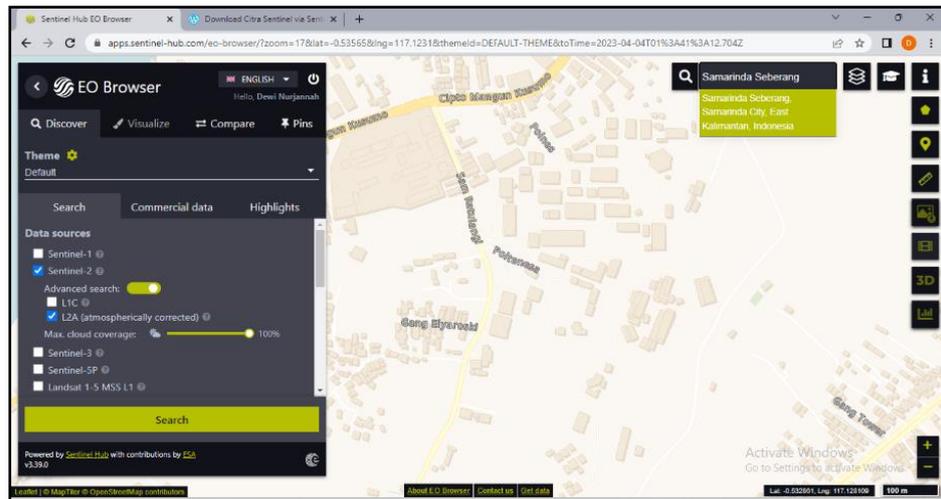
Sentinel-Hub EO merupakan salah satu aplikasi penyedia citra sentinel yang didukung oleh *Sinergise* dan *European Space Agency* dimana situs ini dapat mengakses citra sentinel secara gratis. Adapun cara mendownload data citra sentinel pada situs Sentinel-Hub EO adalah sebagai berikut:

- 1) Tahap ini merupakan langkah pertama yang dilakukan melalui website *Sentinel Hub EO* . Sebelum mendownload citra sentinel, maka perlu melakukan registrasi pembuatan akun.



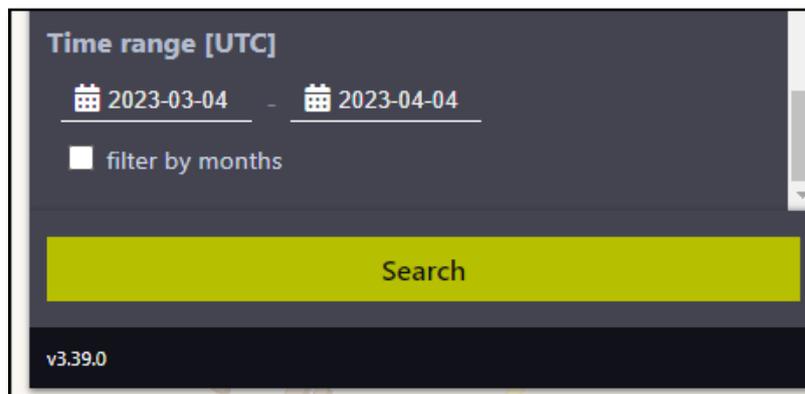
Gambar 10. Registrasi Akun

- 2) Pada tahap ini dilakukan dengan mencari lokasi penelitian, dapat dilakukan dengan zoom map ke daerah penelitian yang akan di download.



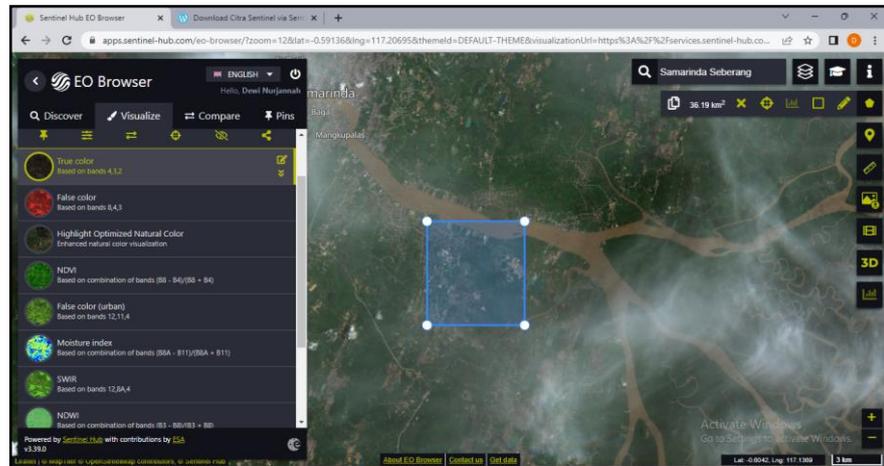
Gambar 11. Pencarian lokasi penelitian

- 3) Pada *Time range* dapat dilakukan pencarian citra sesuai tahun yang akan di digunakan atau di download.



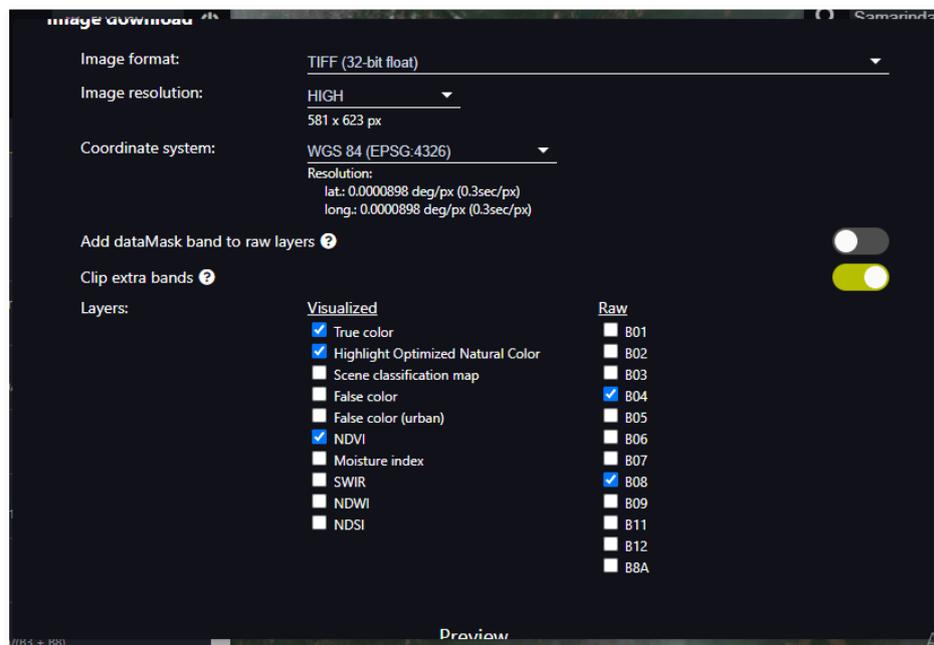
Gambar 12. Pengunduhan Citra Sesuai Tahun

- 4) Tahap ini dilakukan dengan pengunduhan citra sentinel dengan cara memilih Visualize sehingga tampilan citra pada map akan secara otomatis akan muncul dalam komposit *natural color* sebagai berikut



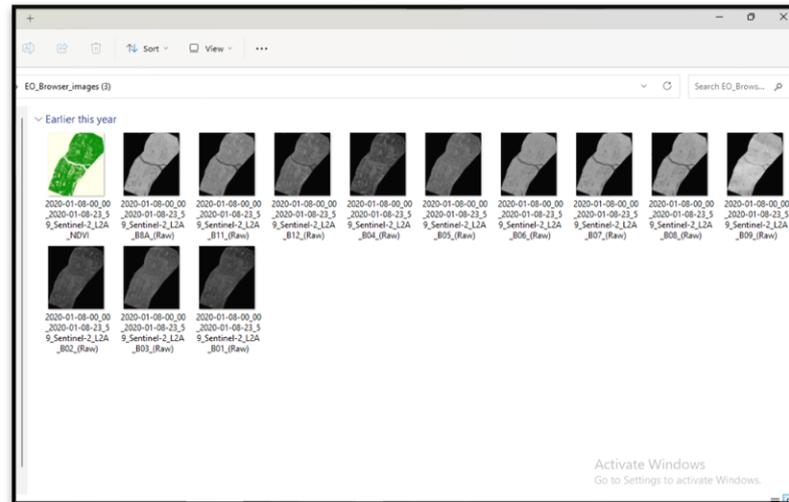
Gambar 13. Visualize True color

- 5) Tahap selanjutnya dilakukan dengan mengunduh citra sentinel sesuai area penelitian, kemudian dapat dipilih pada *Analytical* untuk mengubah format menjadi TIFF (32-bit float) dan *image resolution High*, dan mencentang Raw data yang akan di download.



Gambar 14. Format Pengunduhan

## 6) Hasil citra yang telah diunduh



Gambar 15. Hasil Pengunduhan Citra

### b. Transformasi Indeks Vegetasi NDVI

Adapun rumus yang digunakan pada klasifikasi indeks vegetasi NDVI adalah:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

Keterangan:

NDVI = Nilai NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

NIR = Band Near Infra-Red/Band 8 (0,842  $\mu\text{m}$ )

RED = Band Red/Band 4 (0,665  $\mu\text{m}$ ).

Klasifikasi dengan menggunakan transformasi indeks vegetasi NDVI pada ArcGIS dilakukan dengan klasifikasi kategori tidak terbimbing, dimana hasil pengklasifikasian pada ArcGIS algoritma Iso Datanya di klasifikasikan secara merata sesuai dengan pikse-piksel terdekat. Hasil kategori pengklasifikasian tersebut, setelah dilihat pada citra Sentinel-2A merupakan area tutupan lahan seperti badan air, tanah kosong, permukiman, Belukar dan Hutan Sekunder. Tutupan lahan pada kategori Hutan Sekunder,

sebenarnya bisa saja Hutan Kota maupun Hutan Tanaman karena hal tersebut masuk tumbuhan berkayu.

### c. Klasifikasi *Unsupervised*

Metode klasifikasi citra yang digunakan sangat menentukan hasil dari klasifikasi citra, dengan demikian persoalan pemetaan menggunakan data penginderaan jauh digital adalah pemilihan metode klasifikasi yang digunakan dalam klasifikasi citra. Metode untuk memperoleh informasi dari data penginderaan jauh yang paling sering digunakan ialah klasifikasi multispektral berdasarkan analisis terhadap reflektansi. Klasifikasi multispektral yang sudah digunakan secara luas, yang salah satunya untuk memetakan kerapatan vegetasi a (Apriyanti, dkk., 2016).

Penelitian ini menggunakan *software* Penginderaan Jauh yaitu Arcgis 10.8, dan mengklasifikasikan citra multispektral klasifikasi *unsupervised* (klasifikasi tak terbimbing) dengan algoritma Iso Data. Cara kerja metode ini adalah mengelompokkan nilai-nilai piksel dengan komputer ke dalam kelas spektral menggunakan algoritma klusterisasi.

Awal metode proses analisis biasanya akan menentukan jumlah kelas (*cluster*) yang akan dibuat. Kemudian, setelah mendapatkan hasil, analisis menetapkan kelas-kelas objek terhadap kelas-kelas spektral yang telah dikelompokkan oleh komputer. Dari kelas-kelas (*cluster*) yang dihasilkan, analisis bisa menggabungkan beberapa kelas yang dianggap memiliki informasi sama menjadi satu kelas. Misalnya, *class 1*, *class 2*, *class 3*, *class 4* dan *class 5* adalah hutan, perkebunan, sawah. Maka, analisisnya bisa dikelompokkan menjadi satu kelas yaitu kelas vegetasi. Metode klasifikasi ini tidak terdapat campur tangan manusia.

Jadi, algoritma Iso Data adalah mengklasifikasikan kelas secara merata. Piksel-piksel diklasifikasikan ke kelas terdekat. Setiap iterasi kalkulasi ulang sarana dan mereklasifikasi piksel sehubungan dengan cara baru iteratif membelah kelas, penggabungan, dan menghapus dilakukan berdasarkan parameter *include threshold*.

Semua piksel diklasifikasikan ke kelas terdekat kecuali deviasi standar atau ambang batas jarak yang telah ditentukan. Dalam hal ini, beberapa piksel mungkin *unclassified* jika mereka tidak memenuhi kriteria yang dipilih. Proses ini berlanjut sampai jumlah piksel dalam setiap perubahan kelas kurang dari ambang perubahan piksel yang dipilih atau jumlah maksimum iterasi tercapai.

#### d. Nilai Stok Karbon

Hasil klasifikasi NDVI di atas, selanjutnya digunakan untuk menghitung cadangan karbon di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan dengan menggunakan koefisien yang dihasilkan dari penelitian Azham (2015). Perhitungan tersebut dilakukan seperti rumus di bawah ini.

Rumus Perhitungan Karbon tutupan lahan Belukar:

$$\mathbf{CB = TAB \times e}$$

Keterangan:

CB = Karbon Belukar

TAB = Total Area Belukar

e = koefisien perhitungan karbon untuk lahan belukar di Kota Samarinda (31,14 ton/hektar)

Rumus Perhitungan Karbon tutupan lahan Hutan Sekunder:

$$\mathbf{CHS = TAHS \times e}$$

Keterangan:

CHS = Karbon Hutan Sekunder

TAHS = Total Area Hutan Sekunder  
e = Koefisien perhitungan karbon untuk lahan Hutan Sekunder di Kota Samarinda (69,93 ton/hektar)

## 5. Penyusunan Tugas Akhir

Dalam tahap penyusunan tugas akhir meliputi kegiatan penulisan tugas akhir mulai dari bagian awal yang meliputi halaman judul hingga daftar lampiran, kemudian bagian tengah yang meliputi pendahuluan hingga kesimpulan dan saran, dan bagian akhir yang meliputi daftar pustaka dan lampiran.

## **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Hasil**

#### **1. Risalah Singkat Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan**

##### **a. Kecamatan Palaran**

Kecamatan Palaran merupakan salah satu kecamatan dari 10 (sepuluh) kecamatan yang ada di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Dengan luas wilayah kurang lebih 242,29 Km<sup>2</sup>, Kecamatan Palaran terbagi menjadi 5 (lima) kelurahan, yaitu Kelurahan Rawa Makmur, Kelurahan Simpang Pasir, Kelurahan Handil Bakti, Kelurahan Bukuan, dan Kelurahan Bantuas.

Berdasarkan data jumlah penduduk tahun 2018, total penduduk yang ada di Palaran adalah 60.701 penduduk. Total penduduk menurut jenis kelamin berdasarkan data BPS Kota Samarinda tahun 2020 di Kecamatan Palaran yaitu jenis kelamin laki-laki 32.692, sedangkan jenis kelamin perempuan dengan total 30.497 penduduk.

Batas Wilayah Kecamatan Palaran terbagi atas 4 yakni sebelah utara batas wilayahnya di Sungai Mahakam, sebelah timur batas wilayah terletak di Sungai Sangasanga, Sebelah Selatan batas wilayah terletak di Kecamatan Loa Janan dan Sangasanga, Kutai Kartanegara, dan sebelah Barat batas wilayah terletak di Kecamatan Samarinda Seberang dan Loa Janan, Kutai Kartanegara.

##### **b. Kecamatan Sambutan**

Kecamatan Sambutan adalah salah satu kecamatan di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia. Sambutan merupakan hasil pemekaran dari kecamatan Samarinda Ilir pada tanggal 28 Desember

2020. Luas Kecamatan Sambutan adalah 100,95 km<sup>2</sup> dengan total penduduk 64.72,07 jiwa. Letak geografis Kecamatan Sambutan umumnya dengan kontur yang berbukit-bukit di utara dan barat hingga dataran rendah di bagian timur. Kecamatan Sambutan terdiri dari 5 kelurahan yaitu Makroman, Pulau Atas, Sambutan, Sindang Sari, dan Sungai Kapih.

Berdasarkan data BPS Kota Samarinda tahun 2019, total penduduk menurut jenis kelamin di Kecamatan Sambutan yakni penduduk dengan jenis kelamin laki-laki berjumlah 31.786 penduduk, sedangkan jenis kelamin perempuan dengan total 29.714 penduduk.

Bata-batas wilayah Kecamatan Sambutan terdiri dari 4 arah, diantaranya sebelah Utara dengan batas wilayah Kecamatan Sungai Pinang dan Kecamatan Samarinda Utara, Arah Timur dengan batas wilayah pada Kabupaten Kutai Kartanegara, sebelah Selatan dengan batas wilayahnya di Sungai Mahakam, dan sebelah Barat batas wilayah di Kecamatan Samarinda Ilir.

### **c. Hasil Klasifikasi NDVI Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan**

Hasil interpretasi Citra Sentinel-2A terhadap klasifikasi kerapatan vegetasi menggunakan metode *Unsupervised Classification*. Kelas kerapatan vegetasi teridentifikasi menjadi 5 kategori tutupan lahan, yaitu Badan Air, Tanah Kosong, Permukiman, Belukar dan Hutan Sekunder.

Transformasi indeks vegetasi dilakukan menghitung spektral nomor digital (*digital number*) pada citra dengan NDVI. Sebaran ini dibedakan berdasarkan warna dari hijau ke merah. Warna merah menunjukkan nilai indeks yang rendah atau lahan tidak bervegetasi sedangkan nilai indeks

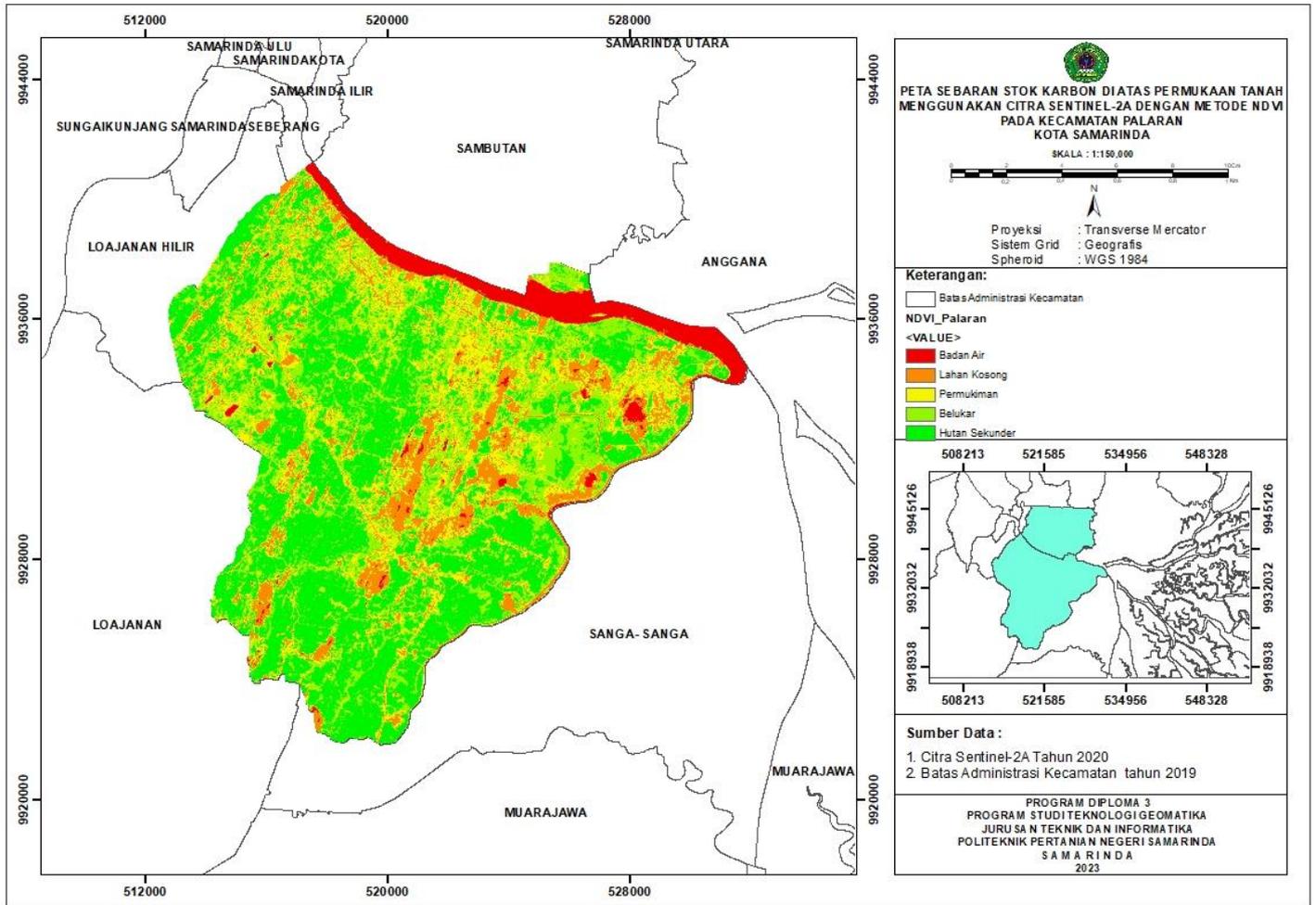
yang tinggi ditunjukkan dengan warna hijau sesuai dengan indeks vegetasi tiap model transformasi indeks vegetasi.

Hasil perhitungan spektral dengan model *Normalize Difference Vegetation Indeks* (NDVI) pada Kecamatan Palaran menunjukkan sebaran nilai -0,59 hingga 0,48 seperti pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Nilai Klasifikasi NDVI di Kecamatan Palaran

<b>Kelas</b>	<b>Rentang Klasifikasi</b>	<b>Tutupan Lahan</b>
1	-0,59 – -0,30	Badan Air
2	-0,31 – -0,07	Tanah Kosong
3	-0,08 – 0,07	Permukiman
4	0,08 – 0,20	Belukar
5	0,21 – 0,48	Hutan Sekunder

Berdasarkan Tabel 4 di atas, diketahui bahwa hasil klasifikasi menggunakan metode indeks vegetasi NDVI di Kecamatan Palaran nilainya berkisar di antara -0,59 – -0,30 merupakan area badan air. Nilai -0,31 – -0,07 adalah tanah kosong, kisaran nilai -0,08 – 0,07 merupakan permukiman, Nilai 0,08 – 0,20 adalah Belukar, dan nilai 0,21 – 0,48 merupakan Hutan Sekunder. Peta sebaran dengan kisaran nilai tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



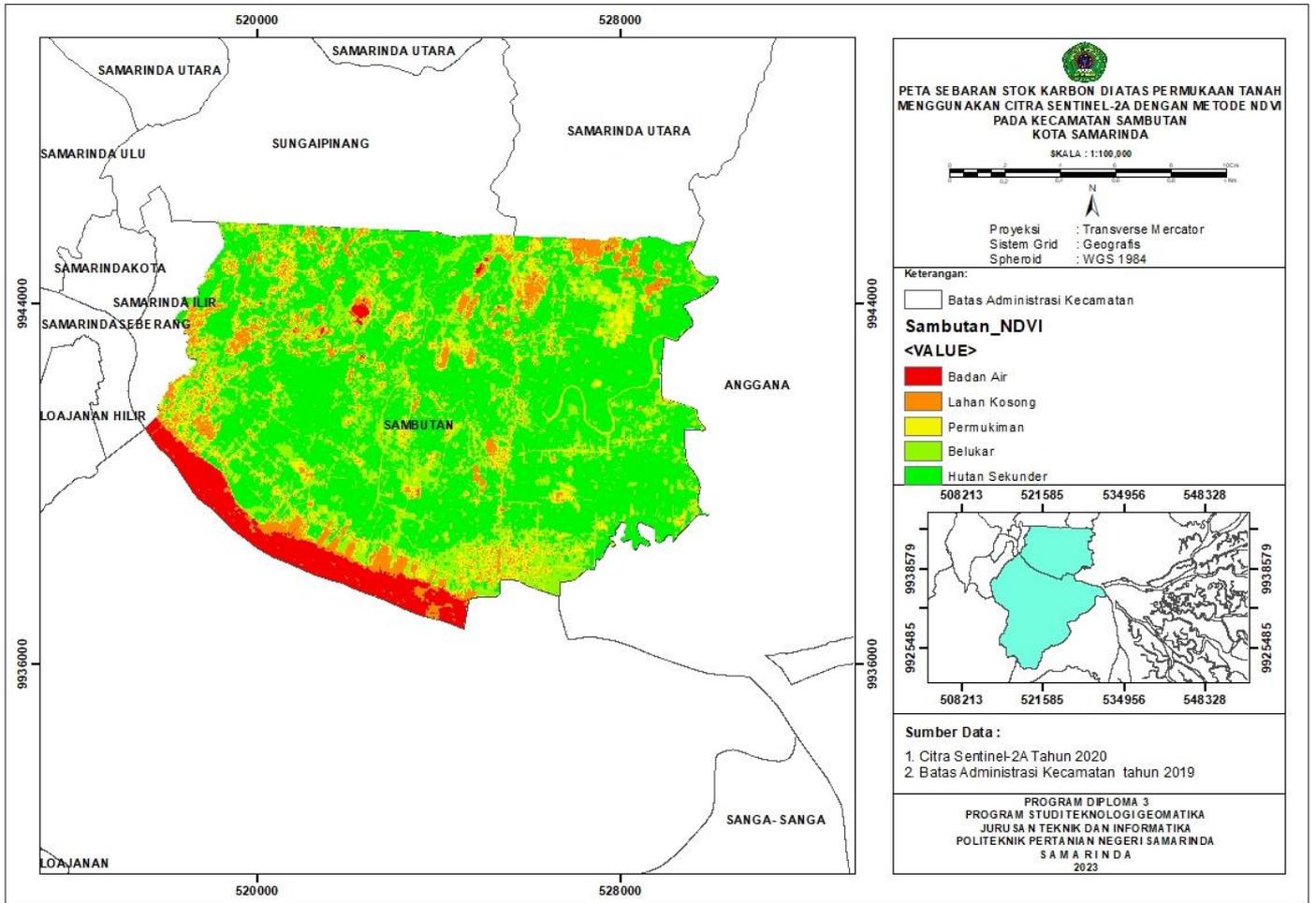
Gambar 16. Kelas Kerapatan Indeks Vegetasi NDVI di Kecamatan Palaran

Adapun hasil perhitungan spektral dengan model *Normalize Difference Vegetation Indeks* (NDVI) pada Kecamatan Sambutan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Nilai Klasifikasi NDVI di Kecamatan Sambutan

<b>Kelas</b>	<b>Rentang Klasifikasi</b>	<b>Tutupan Lahan</b>
1	-0,29 – -0,31	Badan Air
2	-0,32 – 0,32	Tanah Kosong
3	0,33 – 0,54	Permukiman
4	0,55 – 0,70	Belukar
5	0,71 – 0,87	Hutan Sekunder

Berdasarkan hasil pengklasifikasian indeks vegetasi di atas, diketahui bahwa klasifikasi menggunakan metode NDVI di Kecamatan Palaran adalah berkisar di antara -0,29 – -0,31 merupakan area badan air. Kisaran nilai -0,32 – 0,32 adalah tanah kosong, kisaran nilai 0,33 – 0,54 merupakan permukiman, nilai kisaran 0,55 – 0,70 adalah Belukar, dan nilai 0,71 – 0,87 merupakan Hutan Sekunder. Peta sebaran dengan kisaran nilai tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 17. Kelas Kerapatan Indeks Vegetasi NDVI di Kecamatan Sambutan

#### d. Total Stok Karbon di Kecamatan Palaran dan Sambutan

Hasil klasifikasi indeks vegetasi NDVI di Kecamatan Palaran, nilai koefisien dari Azham, (2015) tersebut diaplikasikan sesuai dengan jenis tutupan lahan sehingga klasifikasi tutupan lahan berupa Hutan Sekunder mendapatkan nilai stok karbon sebagai berikut.

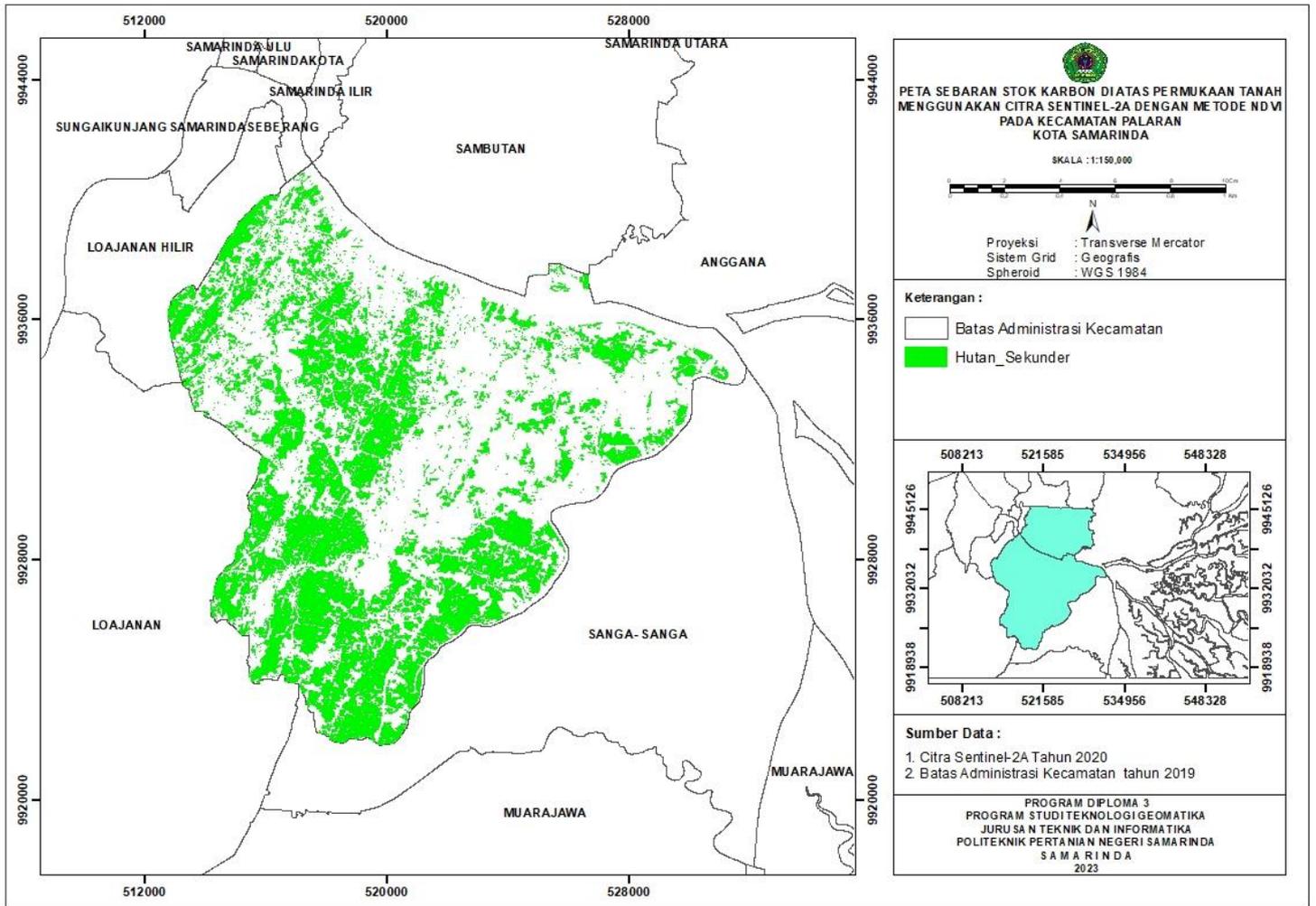
Tabel 5. Estimasi Stok Karbon Bagian Atas Pada Tutupan Lahan Berupa Hutan Sekunder dan Belukar di Kec. Palaran dan Kec. Sambutan

No	Kecamatan	Hutan Sekunder		Belukar	
		Luasan (Ha)	Stok Karbon (Ton)	Luasan (Ha)	Stok Karbon (Ton)
1	Palaran	7.372,08	515.530,07	4.985,09	155.235,94
2	Sambutan	4.621,80	323.202.64	1.637,08	50.978,79
Total			838.731,71		206.214,73

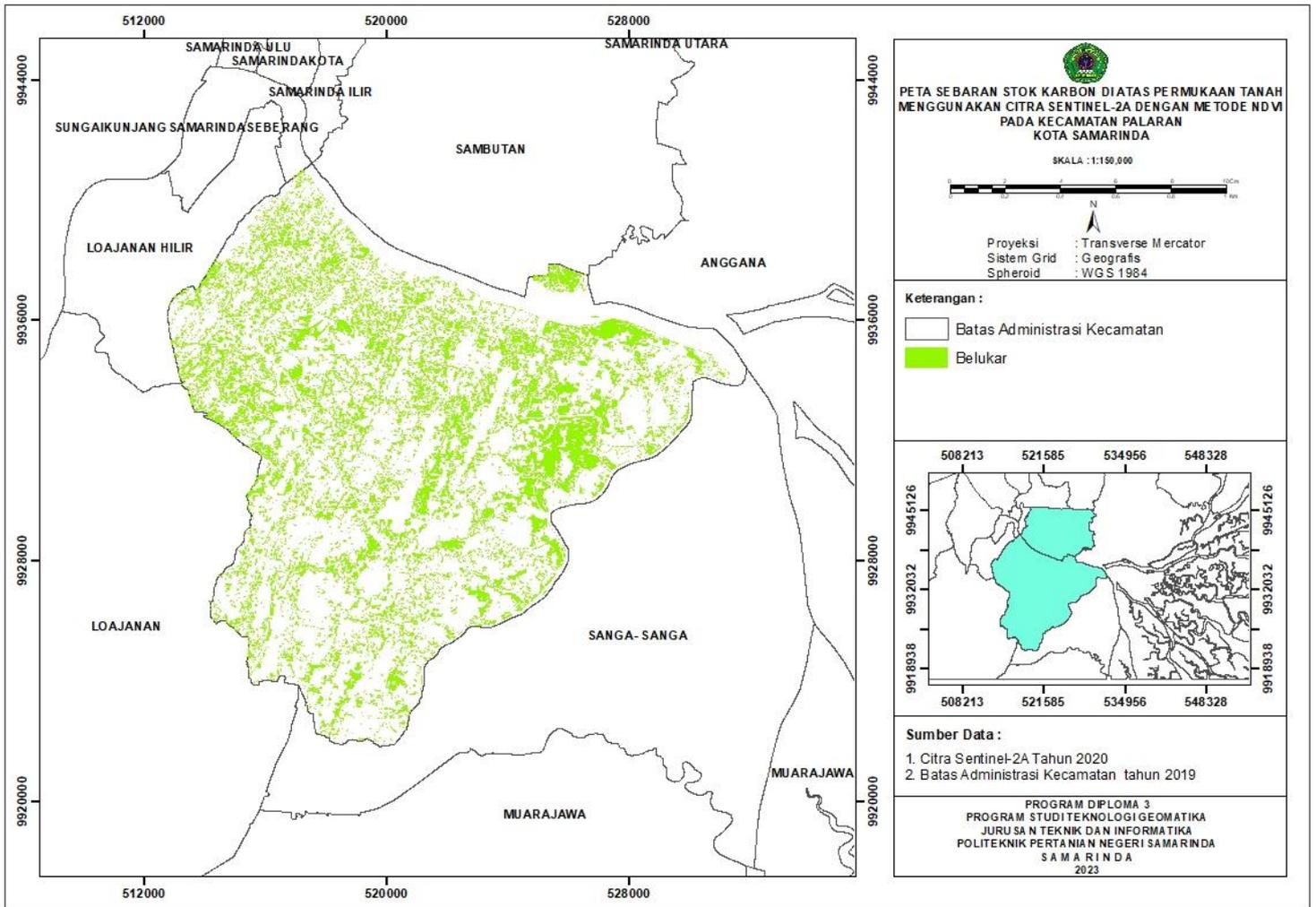
Berdasarkan Tabel 6 di atas, diketahui bahwa hasil perhitungan total stok karbon pada tutupan lahan berupa hutan sekunder di atas permukaan tanah di Kecamatan Palaran adalah 515.530,07 ton dengan luas area 7.372,08 hektar, sedangkan pada tutupan lahan belukar adalah 155.235,94 ton dengan luas area 4.985,09 hektar.

Total stok karbon di Kecamatan Sambutan dengan tutupan lahan yang disumbangkan Hutan Sekunder adalah 323.202.64 ton dengan luas area 4.621,80 hektar, tutupan lahan berupa Belukar menyumbangkan stok karbon sebesar 50.978,79 ton dengan luas area 1.637,08 hektar.

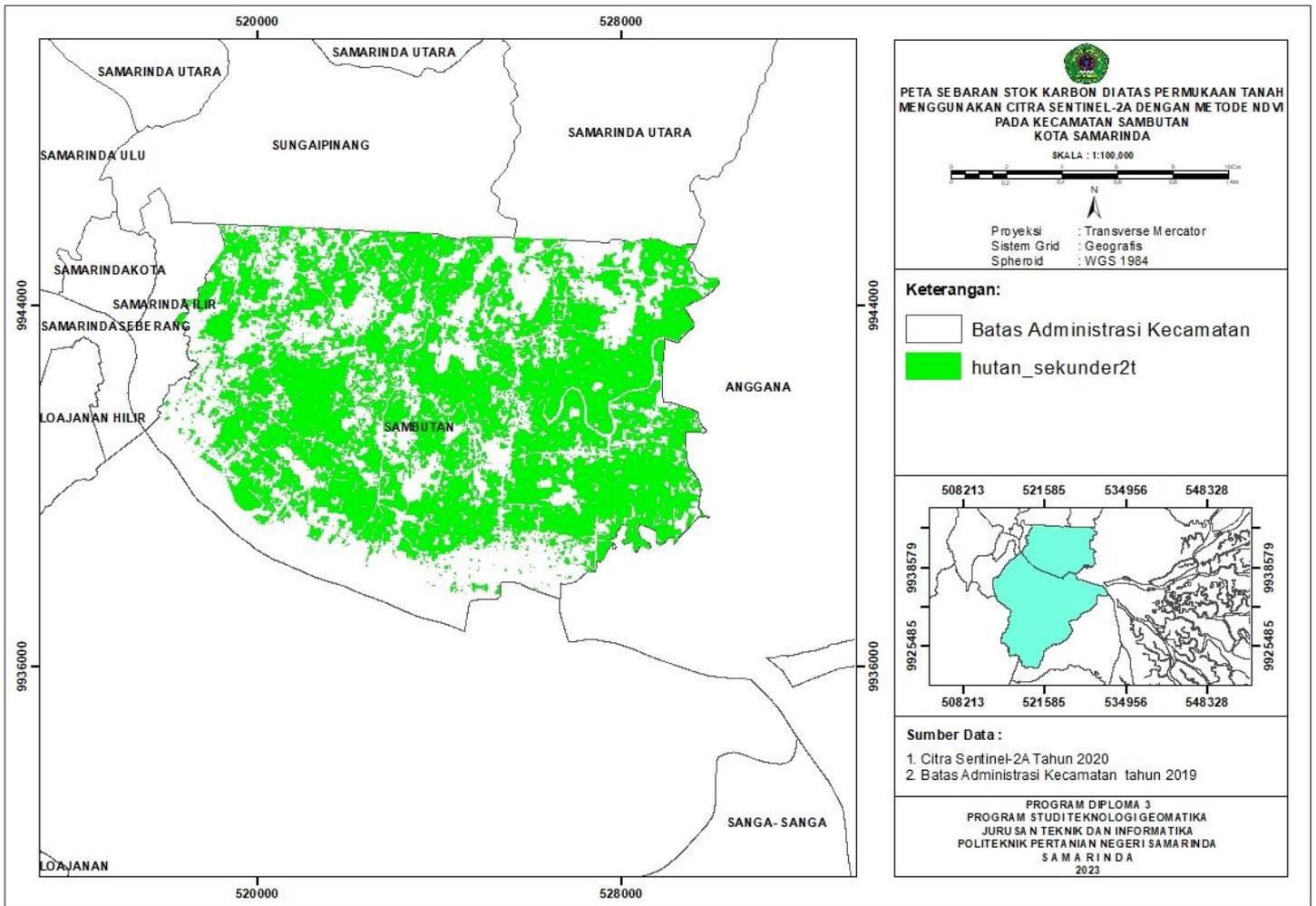
Sebaran stok karbon dengan tutupan lahan berupa Hutan Sekunder dan Belukar di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan dapat dilihat pada peta berikut.



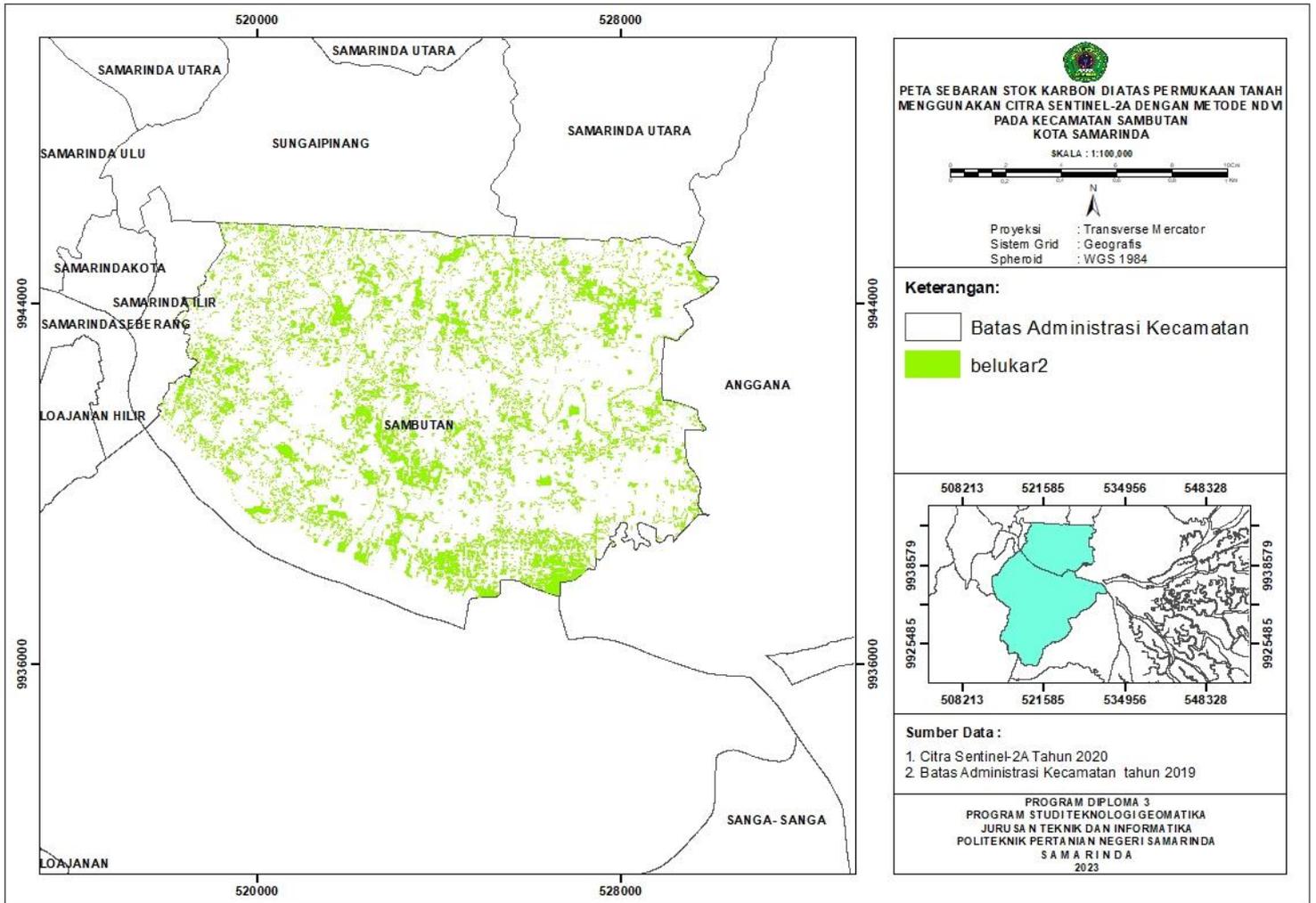
Gambar 18. Tutupan Lahan Hutan Sekunder di Kecamatan Palaran



Gambar 19. Tutupan Lahan Belukar di Kecamatan Palaran



Gambar 20. Tutupan Lahan Hutan Sekunder di Kecamatan Sambutan



Gambar 21. Tutupan Lahan Belukar di Kecamatan Sambutan

## 2. Luas Area yang Menyumbangkan Stok Karbon di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan

Total luasan yang menyumbangkan stok karbon dengan tutupan lahan berupa hutan sekunder dan belukar dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Luasan Area yang Menyumbangkan Stok Karbon Di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan

No	Kecamatan	Luasan (ha)		Total (ha)
		Hutan Sekunder	Belukar	
1	Palaran	7.372,08	4.985,09	12.357,17
2	Sambutan	4.621,80	1.637,08	6.258,88

Dari Tabel 7, diketahui total luasan pada masing-masing kecamatan, dimana luas areal tersebut diperoleh dengan cara perhitungan melalui *software* ArcGIS. Hasil yang didapatkan pada Kecamatan Palaran dengan tutupan lahan Hutan Sekunder yakni 7.372,08 hektar, sedangkan pada tutupan lahan Belukar adalah 4.985,09 hektar. Total Luasan di Kecamatan Sambutan dengan tutupan lahan Hutan Sekunder adalah 4.621,80 hektar, dan kelas tutupan lahan Belukar yaitu 1.637,08 hektar.

## B. Pembahasan

### 1. Estimasi Stok Karbon berdasarkan tutupan lahan berupa Hutan Sekunder dan Belukar di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan

Peningkatan aktifitas manusia dalam mengkonsumsi energi, khususnya energi dari bahan bakar fosil, ditambah lagi dengan deforestasi dan degradasi hutan yang disebabkan oleh alih fungsi lahan baik untuk pertambangan, perkebunan, pertanian, permukiman, industri, kebakaran hutan dan

penebangan liar, emisi karbon ke atmosfer juga akan meningkat. Dengan adanya perubahan lahan hutan tersebut, keberadaan ruang terbuka hijau (RTH) juga mengalami penurunan yang berdampak terhadap kualitas udara, pengaturan iklim mikro perkotaan, penyapuan debu, serta penunjang sistem tata air. Selain itu RTH juga memiliki fungsi rekreatif bagi masyarakat di perkotaan.

**a. Klasifikasi berdasarkan Indeks Vegetasi NDVI di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan**

Sebaran stok karbon di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan yang diperoleh berdasarkan analisis NDVI terendah yaitu -0,29 dan nilai NDVI tertinggi adalah 0,60. Persebaran nilai NDVI berdasarkan klasifikasi kelas vegetasi menunjukkan bahwa sebagian besar tutupan lahan berupa vegetasi, permukiman, tanah kosong dan badan air. Kelas 1 merupakan area tutupan lahan yang tidak bervegetasi seperti badan air, kelas 2 merupakan area tutupan lahan berupa tanah kosong, kelas 3 adalah kelas tutupan lahan berupa permukiman, kelas 4 merupakan area tutupan lahan berupa belukar, dan kelas 5 merupakan kelas tutupan lahan berupa hutan sekunder.

Hasil pengklasifikasian menggunakan metode NDVI dilakukan berdasarkan hasil klasifikasi tidak terbimbing. Artinya nilai yang mendekati piksel-piksel akan otomatis berada dengan Iso Data yang sama. Hal ini menghasilkan interval untuk selang pada tiap kelas pengklasifian NDVI yang berbeda, untuk itu perlu penelitian tentang pengklasifikasian oleh aplikasi software ArcGIS.

Berdasarkan sebaran indeks vegetasi dengan model transformasi NDVI dapat dilihat bahwa kerapatan vegetasi menunjukkan nilai indeks

yang tinggi yang digambarkan dengan warna hijau. Dalam penelitian ini adalah berupa tutupan lahan hutan sekunder dan belukar.

Hasil klasifikasi NDVI menggunakan metode *unsupervised* (klasifikasi tidak terbimbing) dilakukan tanpa adanya campur tangan manusia, sehingga pengklasifikasiannya perlu adanya pengukuran lapangan. Hal tersebut dapat dijadikan acuan perbandingan pengukuran stok karbon menggunakan citra Sentinel-2A dan pengukuran stok karbon di lapangan.

Pengklasifikasian indeks vegetasi NDVI dengan kelas-kelas tutupan lahan mempunyai selang waktu yang berbeda-beda. Hasil pengkelasan tersebut terbentuk karena adanya klasifikasi otomatis yang dilakukan melalui aplikasi ArcGIS. Oleh karena itu perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait pengklasifikasi tersebut.

#### **b. Total Stok Karbon di Kecamatan Palaran dan Sambutan**

Dari kedua tutupan lahan tersebut, tutupan lahan berupa Hutan Sekunder memiliki karbon terbesar yaitu 69,93 ton per hektar. Pada Hutan Sekunder disamping umur tegakan yang lebih tua diameter pohonnya juga lebih besar dan pohon-pohonnya rapat. Nilai karbon tersimpan menyatakan banyaknya karbon yang mampu diserap oleh tumbuhan dalam bentuk biomassa. Jumlah karbon yang semakin meningkat pada saat ini harus diimbangi dengan jumlah serapannya oleh tumbuhan guna mengurangi pemanasan global. Dengan demikian dapat diramalkan berapa banyak tumbuhan yang harus ditanam pada suatu lahan untuk mengimbangi jumlah karbon yang terbebas di udara (Ariani, 2014) dalam (Azham, 2015).

## **2. Luas Area yang Menyumbangkan Stok Karbon di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan**

Kebijakan pemerintah untuk menyediakan RTH bukanlah barang baru dan secara yuridis telah banyak peraturan yang mengatur masalah tersebut. Undang-undang Nomor 24 Tahun 1992 tentang Penataan Ruang dan Instruksi Menteri Dalam Negeri Nomor 14 Tahun 1998 tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau di Wilayah Perkotaan misalnya, telah mengatur hal tersebut, namun belum secara eksplisit mengatur standar minimal bentuk dan ukuran RTH yang wajib disediakan oleh suatu kota.

Definisi RTH sendiri dalam pasal 1 UU No. 26/2007 tentang Penataan Ruang adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Pada pasal 29 disebutkan bahwa ruang terbuka hijau terdiri dari ruang terbuka hijau publik dan ruang terbuka hijau privat, dimana proporsi ruang terbuka hijau kota paling sedikit 30% dari luas wilayah kota, sedangkan proporsi ruang terbuka hijau publik paling sedikit 20% dari luas wilayah kota. Ditambahkan dalam pasal 30 bahwa distribusi ruang terbuka disesuaikan dengan sebaran penduduk dan hirarki pelayanan dengan memperhatikan rencana struktur dan pola ruang. Jika kondisi ideal di atas dapat terwujud, maka banyak manfaat yang dapat kita rasakan yaitu keamanan, kenyamanan, kesejahteraan dan keindahan wilayah perkotaan. Dalam konteks pencemaran udara, RTH dapat menyeimbangkan antara penyediaan kebutuhan O<sub>2</sub> dengan penyerapan CO<sub>2</sub>. Kadar CO<sub>2</sub> di udara dalam jumlah yang normal sangat bermanfaat sekali untuk melindungi kehidupan di bumi, namun dalam jumlah yang berlebihan sangat

membahayakan. Kandungan CO<sub>2</sub> di udara saat ini dianggap menjadi penyebab efek rumah kaca (50%) (Prihandono, 2009).

Luas kawasan ruang terbuka hijau di Kecamatan Palaran mencapai 51%, sedangkan Kecamatan Sambutan 62% artinya sudah mencukupi 20% dari proporsi ruang terbuka hijau. Oleh karena itu, pemerintah harus mempertahankan ruang terbuka hijau di Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sambutan maupun penambahan dengan menetapkan area milik negara yang ditanami menjadi hutan menjadi RTH publik. Pemerintah juga dapat melakukan penambahan RTH dengan cara pemerintah mengajak masyarakat untuk melaksanakan penanaman tanaman berkayu di area perkebunan milik masyarakat atau menanam di sekitar lahan miliknya sehingga menjadi ruang terbuka hijau privat.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan pada penelitian ini yaitu:

- a. Jumlah stok karbon yang disumbangkan di Kecamatan Palaran oleh tutupan lahan berupa Hutan Sekunder adalah 515.530,07 ton dan tutupan lahan belukar adalah 155.235,94 ton. Stok Karbon yang disumbangkan di Kecamatan Sambutan berdasarkan tutupan lahan berupa hutan sekunder yaitu 323.202.64 ton, dan tutupan lahan berupa belukar adalah 50.978,79 ton.
- b. Luas area yang menyumbangkan stok karbon di Kecamatan Palaran adalah 12.357,17 hektar dan Kecamatan Sambutan dengan total luas area yaitu 6.258,88 hektar.

### **B. Saran**

Adapun saran dalam penelitian ini antara lain:

1. Perlu adanya pengukuran lapangan dan penelitian lebih lanjut tentang luas tutupan lahan baik berupa Belukar dan Hutan Sekunder, sehingga hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengkonversi cadangan karbon secara keseluruhan di kota Samarinda.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut menggunakan citra Sentinel-2A dengan metode transformasi indeks vegetasi yang lain yang dapat digunakan dalam pendugaan stok karbon.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adil, Ahmat. 2017. Sistem Informasi Geografis. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- Alawy, M. M. & Sukojo, B. M. 2016. Analisis Ketelitian Geometrik Citra Satelit Pleiades 1B dan Geoeye untuk Pembuatan Peta Dasar RDTR Kawasan Pesisir. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 5. No. 2. Surabaya.
- Ariani, Sudartono A., Wahid A. 2014. Biomassadan karbon Tumbuhan bawah Sekitar Danau Tambing pada Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. Fakultas Kehutanan Universitas tadulako. Palu
- Arifiyanti, H. N. 2014. Analisis Ruang Terbuka Hijau Kota Semarang Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi*.
- Azham A. 2015. "Estimasi Cadangan Karbon Pada Tutupan Lahan Hutan Sekunder, Semak dan Belukar di Kota Samarinda". *Jurnal AGRIFOR*. Volume XIV. No. 2. Fakultas Pertanian Prodi Untag 1954. Samarinda.
- Donya, M. A. C., B. Sasmito, A. L. Nugraha. 2020. "Visualisasi Fasilitas Umum Kelurahan Sumurboto Dengan ArcGIS Online". *Jurnal Geodesi Undip*. Vol. 9, No. 4. Diponegoro.
- Freddy SW, Marwan, Nizamuddin. 2015. Klasifikasi Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Satelit Spot-6 di Kabupaten Aceh Barat Daya dan Aceh Besar. Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2015. ISSN: 2088-9984. 102-107.
- Fuadilah, S. 2013. Upaya Peningkatan Ruang Terbuka Hijau Privat. 103.195.142.59.  
[http://103.195.142.59/uploaded\\_files/temporary/DigitalCollection/N2E1MTYyYzgxZGJmYjc1YzcxMDViODVjMjY0YTUzMTRINTJINTAyZg==.pdf](http://103.195.142.59/uploaded_files/temporary/DigitalCollection/N2E1MTYyYzgxZGJmYjc1YzcxMDViODVjMjY0YTUzMTRINTJINTAyZg==.pdf).
- Hertianti, E., Arifin, D., & Wumu, R. (2021). "Pemanfaatan Google Earth Engine Dalam Pemetaan Potensi Karbon Provinsi Kalimantan Timur". Vol. 22 No. 2, (232–237). Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Samarinda
- Kawamuna, A. 2017. "Analisis Kesehatan Hutan Mangrove Berdasarkan Metode Klasifikasi NDVI Pada Citra Sentinel-2". Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Geodesi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Simarmata, N., Y.. Lisafitri, D. M. Hakim. 2019. "Pemetaan Cadangan Karbon Menggunakan Citra Resolusi Tinggi Untuk Pengelolaan Tahura Wan Abdul Rachman Lampung". *Jurnal Sains Informatika Geografi*. Vol. 2 No. 1 (Hal.18-29). Universitas Muhammadiyah Gorontalo. Gorontalo.
- Susetyo, D. B., Tri Yuniar, H., & Saputra, L. R. 2013. "Standarisasi Aplikasi Survey Pemetaan Terestris Dalam Bidang Konstruksi Struktur Bawah Bangunan". *Forum Ilmiah Tahunan Ikatan Surveyor Indonesia*, 587239(5), 587138. [www.stpn.ac.id](http://www.stpn.ac.id)

- Irawan, U.S. dan Purwanto, E. 2020. "Panduan Pengukuran dan Pendugaan Cadangan Karbon pada Ekosistem Hutan Gambut dan Mineral". Yayasan Tropenbos Indonesia. Bogor.
- Irva, & Muhammad, N. (2021). Kajian Spasial Sebaran Daerah Rawan Longsor Pada Kawasan Bandung Utara (Studi Kasus: Kabupaten Bandung Barat, Kecamatan Lembang dan Kecamatan Parongpong). *Institut Teknologi Nasional Bandung*, 8-11.
- Mponoi, A.R. 2022. Pemanfaatan Citra sentinel-2A untuk Estimasi Cadangan Karbon Pada Tutupan Lahan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Niagara, Y., & Purwandari. (2020). Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Pemetaan Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Metode Unsupervised K-MEANS Berbasis WEB GIS. *Jurnal Rekursif*, 8(1).
- Prihandono, A. 2009. Penyediaan Ruang Terbuka Hijau (Rth) Menurut Uu No. 26/2007 Tentang Penataan Ruang Dan Fenomena Kebijakan Penyediaan Rth Di Daerah. *Jurnal Permukiman*. Vol. 5 No. 1 (13-23). Makassar.
- Windarni, C., A. Setiawan, Rusita. 2018. Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Mangrove Di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. Vol. 6 No. 1, (66 - 74). Lampung.
- Wulandari, N., S. D. Kurnia, M. A. Yulianandha. 2020. "Penggunaan Metode Ndvi (Normalized Difference Vegetation Index) Dan Savi (Soil Adjusted Vegetation Index) Untuk Mengetahui Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Terhadap Pemenuhan Kebutuhan Oksigen". *Institut Teknologi Nasional Malang*. Malang.
- Yani, M., 2021. Deteksi Perubahan Suhu Perubahan Tanah dan Hubungannya dengan Pengaruh Albedo dan NDVI Menggunakan Data Satelit Landsat-8 Multi Temporal Di Kota Palu Tahun 2013 – 2020. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Samarinda.
- Yunita, L. 2016. Pendugaan Cadangan Karbon Tegakan Meranti (*Shorea leprosula*) Di Hutan Alam Pada Area Silin Pt Inhutani II Pulau Laut Kalimantan Selatan. Volume 4 No. 2. *Jurnal Hutan Tropis*. Banjarbaru

# LAMPIRAN

Lampiran 1. Contoh Sebagian data RAW pada Kelas Tutupan Lahan Di Kecamatan Palaran

Tabel 7. Contoh Sebagian Data RAW Kelas Tutupan Lahan Hutan Sekunder Kecamatan Palaran

FID	Shape	Id	Kelas tutupan lahan	Luasan
3542	Polygon	31395	5	0.024731
3543	Polygon	31396	5	0.024731
3544	Polygon	31398	5	0.871553
3545	Polygon	31409	5	0.024731
3546	Polygon	31416	5	0.024731
3547	Polygon	31422	5	0.079153
3548	Polygon	31427	5	0.276116
3549	Polygon	31491	5	0.024731
3550	Polygon	31538	5	4.411185
3551	Polygon	31600	5	0.144485
3552	Polygon	31618	5	0.252848
3553	Polygon	31663	5	0.024731
3554	Polygon	31678	5	0.18986
3555	Polygon	31687	5	0.177209
3556	Polygon	31728	5	0.024731
3557	Polygon	31747	5	459.931914
3558	Polygon	31753	5	0.024731
3559	Polygon	31760	5	0.203613
3560	Polygon	31762	5	0.097053
3561	Polygon	31773	5	0.614822
3562	Polygon	31789	5	0.310491
3563	Polygon	31796	5	4.206482
3564	Polygon	31812	5	0.081636
3565	Polygon	31882	5	0.024731
3566	Polygon	31891	5	0.023131
3567	Polygon	31910	5	0.023131
3568	Polygon	31971	5	0.072242
3569	Polygon	32001	5	0.049319
3570	Polygon	32007	5	0.535465
3571	Polygon	32023	5	2.500473
3572	Polygon	32038	5	0.048758
3573	Polygon	32065	5	1014.044508
3574	Polygon	32069	5	45.980466

**Total Luasan Hutan Sekunder** **7372.087462**  
**Jumlah Stok Karbon Hutan Sekunder** **515530.0762**

Tabel 8. Contoh Sebagian Data RAW Kelas Tutupan Lahan Belukar Kecamatan Palaran

FID	Shape	Id	Kelas Tutupan Lahan	Luasan
13128	Polygon	32020	4	0.048758
13129	Polygon	32021	4	0.024731
13130	Polygon	32022	4	0.139955
13131	Polygon	32024	4	1.271355
13132	Polygon	32025	4	0.023131
13133	Polygon	32026	4	0.024731
13134	Polygon	32027	4	0.024731
13135	Polygon	32028	4	0.024731
13136	Polygon	32029	4	0.024731
13137	Polygon	32030	4	0.024731
13138	Polygon	32033	4	0.072242
13139	Polygon	32034	4	0.137489
13140	Polygon	32035	4	0.036121
13141	Polygon	32036	4	0.024731
13142	Polygon	32037	4	0.141709
13143	Polygon	32039	4	0.204664
13144	Polygon	32040	4	0.095946
13145	Polygon	32041	4	0.024731
13146	Polygon	32042	4	0.036121
13147	Polygon	32043	4	0.036121
13148	Polygon	32045	4	0.072242
13149	Polygon	32047	4	0.023131
13150	Polygon	32048	4	1.346543
13151	Polygon	32049	4	0.412268
13152	Polygon	32050	4	0.023131
13153	Polygon	32051	4	0.036121
13154	Polygon	32054	4	0.072242
13155	Polygon	32055	4	0.193316
13156	Polygon	32056	4	0.024731
13157	Polygon	32058	4	0.052004
13158	Polygon	32059	4	0.023131
13159	Polygon	32061	4	0.133036
13160	Polygon	32063	4	0.072242
13161	Polygon	32064	4	0.084769
13162	Polygon	32068	4	0.050396
<b>Total Luasan Belukar</b>				<b>4985.097816</b>
<b>Jumlah Stok Karbon Belukar</b>				<b>155235.946</b>

Lampiran 2. Contoh sebagian data RAW pada Kelas Tutupan Lahan di Kecamatan Sambutan

Tabel 9. Contoh Sebagian Data RAW Kelas Tutupan Lahan Hutan Sekunder Kecamatan Sambutan

FID	Shape	Id	Kelas Tutupan Lahan	Luasan
1373	Polygon	16033	5	0.024746
1374	Polygon	16055	5	0.024746
1375	Polygon	16060	5	0.036142
1376	Polygon	16068	5	0.049348
1377	Polygon	16091	5	0.341456
1378	Polygon	16102	5	0.507083
1379	Polygon	16121	5	0.036142
1380	Polygon	16175	5	0.036142
1381	Polygon	16189	5	0.024746
1382	Polygon	16191	5	0.024746
1383	Polygon	16203	5	0.049348
1384	Polygon	16209	5	0.29317
1385	Polygon	16218	5	0.024746
1386	Polygon	16231	5	0.023145
1387	Polygon	16238	5	0.286757
1388	Polygon	16242	5	0.090828
1389	Polygon	16247	5	0.048787
1390	Polygon	16251	5	0.023145
1391	Polygon	16257	5	0.17366
1392	Polygon	16271	5	0.023145
1393	Polygon	16272	5	1.375926
1394	Polygon	16275	5	0.152126
1395	Polygon	16287	5	0.251714
1396	Polygon	16294	5	0.289138
1397	Polygon	16295	5	0.156105
1398	Polygon	16298	5	0.36458
1399	Polygon	16299	5	1.229984
1400	Polygon	16306	5	0.734816
1401	Polygon	16316	5	0.072284
1402	Polygon	16318	5	0.024746
1403	Polygon	16328	5	0.148377
1404	Polygon	16341	5	1.520773
1405	Polygon	16347	5	0.024746
<b>Total Luasan Hutan Sekunder</b>				<b>4621.802493</b>
<b>Jumlah Stok Karbon Hutan Sekunder</b>				<b>323202.6483</b>

Tabel 10. Contoh sebagian data RAW kelas tutupan lahan belukar Kecamatan Sambutan

FID	Shape	Id	Kelas Tutupan Lahan	Luasan
7259	Polygon	16164	4	0.036142
7260	Polygon	16174	4	0.036142
7261	Polygon	16179	4	0.081683
7262	Polygon	16182	4	0.072285
7263	Polygon	16184	4	0.036142
7264	Polygon	16187	4	0.036142
7265	Polygon	16195	4	0.036142
7266	Polygon	16211	4	0.767724
7267	Polygon	16213	4	0.036142
7268	Polygon	16223	4	0.023145
7269	Polygon	16224	4	0.393998
7270	Polygon	16228	4	0.072285
7271	Polygon	16237	4	0.072284
7272	Polygon	16243	4	0.023145
7273	Polygon	16244	4	0.216854
7274	Polygon	16250	4	1.133346
7275	Polygon	16262	4	4.064715
7276	Polygon	16267	4	0.48383
7277	Polygon	16273	4	0.036142
7278	Polygon	16274	4	0.167448
7279	Polygon	16283	4	0.036142
7280	Polygon	16297	4	0.072284
7281	Polygon	16302	4	0.024746
7282	Polygon	16307	4	0.072284
7283	Polygon	16309	4	0.207841
7284	Polygon	16319	4	0.072285
7285	Polygon	16326	4	4.324265
7286	Polygon	16327	4	1.017459
7287	Polygon	16329	4	0.072284
7288	Polygon	16346	4	2.138255
7289	Polygon	16348	4	0.072284
7290	Polygon	16361	4	0.036142
7291	Polygon	16365	4	53.738173
7292	Polygon	16370	4	0.289138
7293	Polygon	16372	4	11.815764
<b>Total Luasan Belukar</b>				<b>1637.083875</b>
<b>Jumlah Stok Karbon Belukar</b>				<b>50978.79187</b>

### Lampiran 3. Perhitungan Stok Karbon

#### 1. Perhitungan stok karbon pada tutupan lahan hutan sekunder

Rumus perhitungan stok karbon pada tutupan lahan hutan sekunder

berikut ini.

$$\mathbf{CHS = TAHS \times e}$$

Keterangan:

CHS = Karbon Hutan Sekunder

TAHS = Total Area Hutan Sekunder

e = Koefisien perhitungan karbon untuk lahan Hutan Sekunder di Kota Samarinda (69,93 ton/hektar)

- a. Perhitungan stok karbon pada tutupan lahan hutan sekunder di Kecamatan Palaran

$$\begin{aligned} \text{CHS} &= 7372.087462 \times 69,93 \\ &= 515.530.0762 \end{aligned}$$

- b. Perhitungan stok karbon pada tutupan lahan hutan sekunder di Kecamatan Sambutan

$$\begin{aligned} \text{CHS} &= 4621.802493 \times 69,93 \\ &= 323.202.6483 \end{aligned}$$

#### 2. Perhitungan stok karbon pada tutupan lahan belukar

Rumus perhitungan stok karbon pada tutupan lahan belukar berikut ini.

$$\mathbf{CB = TAB \times e}$$

Keterangan:

CB = Karbon Belukar

TAB = Total Area Belukar

e = Koefisien perhitungan karbon untuk tutupan lahan belukar di Kota Samarinda sebesar 31,14 ton/hektar

- a. Perhitungan stok karbon pada tutupan lahan belukar di Kecamatan Palaran

$$\begin{aligned} \text{CB} &= 4985.097816 \times 31,14 \\ &= 155235.946 \end{aligned}$$

- b. Perhitungan stok karbon pada tutupan lahan belukar di Kecamatan Sambutan

$$\begin{aligned} \text{CB} &= 1637.083875 \times 31,14 \\ &= 50978.79187 \end{aligned}$$